۱ فرمول شیمیایی پاک‌کننده‌های صابونی جامد به صورت $RCOONa$ است. این پاک‌کننده‌ها از یک بخش آنیونی($RCOO^-$) و یک بخش کاتیونی(Na^+) تشکیل شده و بر اساس معادله زیر با محلول‌های حاوی یون‌های کلسیم و منیزیم واکنش می‌دهند.

$$۲RCOONa(aq) + Ca^{۲+}(aq) \rightarrow (RCOO)_۲Ca(s) + ۲Na^+(aq)$$

با توجه به ساختار نشان داده شده، فرمول شیمیایی این پاک‌کننده به صورت $C_{۱۳}H_{۲۷}COONa$ بوده و معادله واکنش آن با محلول حاوی یون‌های کلسیم به صورت زیر است:

$$۲C_{۱۳}H_{۲۷}COONa(aq) + Ca^{۲+}(aq) \rightarrow (C_{۱۳}H_{۲۷}COO)_۲Ca(s) + ۲Na^+(aq)$$

بر اساس معادله فوق، حجمی از محلول کلسیم کلرید که با هر گرم از این پاک‌کننده واکنش می‌دهد را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,mL \text{ محلول کلسیم کلرید} = ۱\ g\ C_{۱۳}H_{۲۷}COONa \times \frac{۱\ mol\ C_{۱۳}H_{۲۷}COONa}{۲۵۰\ g\ C_{۱۳}H_{۲۷}COONa} \times \frac{۱\ mol\ Ca^{۲+}}{۲\ mol\ C_{۱۳}H_{۲۷}COONa} \times \frac{۱\ mol\ CaCl_۲}{۱\ mol\ Ca^{۲+}} \times$$

$$\frac{۱\ L \text{ محلول کلسیم کلرید}}{۰/۱\ mol\ CaCl_۲} \times \frac{۱۰۰۰\ mL \text{ محلول کلسیم کلرید}}{۱\ L \text{ محلول کلسیم کلرید}} = ۲۰\ mL$$

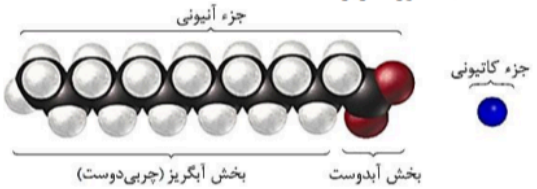
بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ با توجه به فرمول شیمیایی این پاک‌کننده صابونی($C_{۱۳}H_{۲۷}COONa$)، داریم:

$$\text{درصد جرمی کربن} = \frac{\text{جرم مولی کربن} \times ۱۴}{\text{جرم مولی ترکیب}} \times ۱۰۰ = \frac{۱۴ \times ۱۲}{۲۵۰} \times ۱۰۰ = ۶۷/۲$$

۲ مولکول‌های سازنده پاک‌کننده‌های صابونی، همانند مولکول‌های سازنده پاک‌کننده‌های غیرصابونی، بر اساس **برهمکنش** با ذرات آلاینده‌ها، سبب پاک شدن این مواد از محیط می‌شوند.

۴ مولکول‌های سازنده این ماده در برخورد با قطرات چربی، از سمت بخش ناقطبی خود(قسمت B یا همان زنجیرهٔ هیدروکربنی) در مجاورت با مولکول‌های چربی قرار می‌گیرند. اجزای سازنده این پاک‌کننده‌ها به صورت زیر است:



(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۲ عبارت‌های (آ)، (ب) و (پ) درست هستند.

بررسی موارد:

آ: اتانول و پروپانوئیک اسید(نوعی کربوکسیلیک اسید ۳ کربنه)، در ساختار خود اتم هیدروژن متصل به اتم اکسیژن داشته و با آب پیوند هیدروژنی برقرار می‌کنند و در آب حل می‌شوند. استون نیز به واسطه جفت الکترون‌های ناپیوندی روی اتم اکسیژن خود، با آب پیوند هیدروژنی برقرار می‌کند.

ب: جدول زیر، برخی از ویژگی‌های کلوئیدها و مخلوط‌های همگن و ناهمگن را در مقایسه با یکدیگر نشان می‌دهد:

ویژگی	مخلوط ناهمگن (سوسپانسیون)	کلوئید	مخلوط همگن (محلول)
عبور نور	نور را پخش می‌کند.	نور را پخش می‌کند.	نور را عبور می‌دهد.
ظاهر	ناهمگن	همگن	همگن
همگن‌بودن	ناهمگن	ناهمگن	همگن
پایداری	ناپایدار است.	پایدار است.	پایدار است.
نوع ذره	ذرات ریز ماده	مولکول‌های بزرگ یا توده‌های مولکولی	یون‌ها یا مولکول‌ها
نمونه	شربت معده ـ شربت خاکشیر	سس مایونز	محلول آب‌نمک

شربت معده(مخلوطی از منیزیم هیدروکسید و آب)، نوعی سوسپانسیون است. سوسپانسیون‌ها نمونه‌ای از مخلوط‌های ناپایدار بوده و به مرور زمان، با قرار گرفتن در یک محیط ثابت ته‌نشین می‌شوند.

پ: نمودار زیر، نقش افزودنی‌های مختلف را در پاک‌کننده‌های صابونی نشان می‌دهد:



نمک‌های فسفات، برای جلوگیری از تشکیل رسوب صابون با یون‌های کلسیم و منیزیم موجود در آب سخت، به صابون اضافه می‌شوند. توجه داریم که در آب سخت، نمک‌های فسفات با یون‌های کلسیم و منیزیم واکنش می‌دهند. معادله واکنش انجام شده طی این فرایند به صورت زیر است:

$$2PO_4^{3-}(aq) + 3Mg^{2+}(aq) \rightarrow Mg_3(PO_4)_2(s) \quad , \quad 2PO_4^{3-}(aq) + 3Ca^{2+}(aq) \rightarrow Ca_3(PO_4)_2(s)$$

ت: در قسمت آنیونی پاک‌کننده‌های غیرصابونی، عناصر کربن، هیدروژن، اکسیژن و گوگرد حضور دارند. در قسمت کاتیونی نیز یک نوع عنصر(برای مثال یون سدیم) یافت می‌شود. پس در کل ۵ نوع عنصر در ساختار این گروه از مواد قرار دارد. در قسمت آنیونی صابون‌ها نیز عناصر کربن، هیدروژن و اکسیژن حضور دارند. یون موجود در بخش کاتیونی نیز ۱ نوع عنصر به انواع عناصر موجود در این ترکیب اضافه می‌کند؛ پس در مجموع در این ترکیب یونی، حداکثر تعداد ۴ نوع عنصر حضور دارد.

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳ فرمول شیمیایی یک پاک‌کننده صابونی سیرشده به صورت $C_nH_{2n-1}O_2Na$ بوده و واکنش آن با یون کلسیم و یون منیزیم به صورت زیر است:

$$2C_nH_{2n-1}O_2Na + Ca^{2+} \rightarrow (C_nH_{2n-1}O_2)_2Ca + 2Na^+$$
$$2C_nH_{2n-1}O_2Na + Mg^{2+} \rightarrow (C_nH_{2n-1}O_2)_2Mg + 2Na^+$$

مقدار ۷۶/۵ گرم از این پاک‌کننده صابونی با ۱ لیتر آب سخت با غلظت $6/25 \times 10^{-2}$ مولار از یون کلسیم و غلظت ۱۵۰۰ ppm از یون منیزیم واکنش داده است. ابتدا باید تعداد مول صابون مصرف شده را محاسبه کنیم. در قدم اول، مقدار صابون مصرف شده در واکنش با یون کلسیم را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,mol\ C_nH_{2n-1}O_2Na = 1\ L\ \text{آب سخت} \times \frac{6/25 \times 10^{-2} mol\ Ca^{2+}}{1\ L\ \text{آب سخت}} \times \frac{2\ mol\ C_nH_{2n-1}O_2Na}{1\ mol\ Ca^{2+}} = 0/125\ mol$$

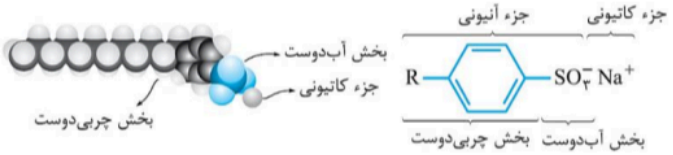
در قدم بعد، مقدار صابون مصرف شده در واکنش با فلز منیزیم را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,mol\ C_nH_{2n-1}O_2Na = 1\ L\ \text{آب سخت} \times \frac{1000\ g\ \text{آب سخت}}{1\ L\ \text{آب سخت}} \times \frac{1500\ g\ Mg^{2+}}{10^6\ g\ \text{آب سخت}} \times \frac{1\ mol\ Mg^{2+}}{24\ g\ Mg^{2+}} \times \frac{2\ mol\ C_nH_{2n-1}O_2Na}{1\ mol\ Mg^{2+}} = 0/125\ mol$$

با توجه به محاسبات بالا، مجموعا ۰/۲۵ مول صابون مصرف شده است که معادل ۷۶/۵ گرم است. بنابراین جرم مولی صابون برابر با ۳۰۶ گرم است. در قدم بعد، تعداد اتم کربن موجود در ساختار صابون($C_nH_{2n-1}O_2Na$) را محاسبه می‌کنیم:

$$C_nH_{2n-1}O_2Na: 12n + 2n - 1 + 32 + 23 = 306 \Longrightarrow n = 18$$

بنابراین در پاک‌کننده صابونی مد نظر ۱۸ اتم کربن وجود دارد. فرمول شیمیایی یک پاک کننده غیرصابونی با ۱۸ اتم کربن به صورت $C_{12}H_{25}C_6H_4SO_3Na$ است که دارای ۵۲ اتم در ساختار خود است. تصویر زیر، نمایی از ساختار پاک‌کننده‌های غیرصابونی را نشان می‌دهد:



(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۴ افزایش تقاضای جهانی برای صابون و کاربردهای آن از یک سو و کاهش عرضه این فراورده از سوی دیگر سبب شد تا شیمی‌دان‌ها وارد عمل شوند. آن‌ها در جست‌وجوی موادی بودند که قدرت پاک‌کنندگی زیادی داشته باشند و بتوان آن‌ها را به میزان انبوه و با قیمت مناسب تولید کرد. آن‌ها توانستند با استفاده از بنزن و دیگر مواد اولیه در صنایع پتروشیمی، مواد پاک‌کننده‌ای با فرمول همگانی مشخص را تولید کنند که به پاک‌کننده‌های غیرصابونی مشهور هستند. **پاک‌کننده‌های غیرصابونی از جمله مواد سیرنشده و دارای حلقه آروماتیک بوده** و در ساختار بخش آنیونی خود حداقل ۳ پیوند دوگانه کربن-کربن دارند. بر این اساس، می‌توان گفت یک مول از این گروه از مواد برای سیرشدن کامل بخش آنیونی خود، حداقل با ۳ مول گاز H_2 که معادل با ۶ گرم از این گاز است، واکنش کامل می‌دهند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) نمک پتاسیم اسید چرب، برخلاف نمک سدیم اسید چرب(نوعی صابون جامد)، در دمای اتاق به حالت مایع یافت شده و بر این اساس، می‌توان گفت که نیروی بین ذرات آن ضعیف‌تر از نمک سدیم اسید چرب است.

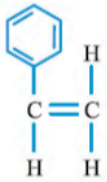
۳) در شرایط یکسان، آلاینده‌ها از پارچه‌های نخی به نسبت پلی‌استری راحت‌تر پاک می‌شوند. بر این اساس، می‌توان گفت نیروی جاذبه بین الیاف سازنده پارچه‌های پلی‌استری و آلاینده‌ها قوی‌تر است.

۴) **صابون مراغه افزودنی شیمیایی نداشته** و به‌دلیل خاصیت بازی مناسب، برای شست و شوی **موهای چرب** از آن استفاده می‌شود. صابون مراغه، با بیش از ۱۵۰ سال قدمت، معروف‌ترین صابون سنتی ایران است. برای تهیه این صابون، پیه گوسفند و سود سوزآور را در دیگ‌های بزرگ با آب برای چندین ساعت می‌جوشانند و پس از قالب‌گیری، آنها را در آفتاب خشک می‌کنند.

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

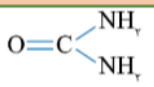
۵ گریس، مخلوطی از هیدروکربن‌های سیرشده با فرمول شیمیایی تقریبی $C_{۱۸}H_{۳۸}$ و وازلین نیز مخلوطی از هیدروکربن‌های سیرشده با فرمول شیمیایی تقریبی $C_{۲۵}H_{۵۲}$ است. **با توجه به بیشتر بودن شمار اتم‌های کربن در مولکول‌های سازنده وازلین، قدرت نیروهای وان‌درواالسی در این ماده قوی‌تر بوده و یک نمونه از آن در مقایسه با یک نمونه از گریس چسبنده‌تر** است. استیرن نیز یک ترکیب آروماتیک با ساختار زیر است:



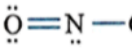
این دو ماده از جمله مواد هیدروکربنی بوده و گشتاور دوقطبی مولکول‌های سازنده آن‌ها برابر صفر است. به همین خاطر، این مواد در یک حلال ناقطبی مثل بنزین یا هگزان حل می‌شوند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ اطلاعات مربوط به اوره به شرح زیر است:

نام ماده	فرمول شیمیایی	ساختار	نوع ماده	حلال مناسب
اوره	$CO(NH_۲)_۲$		مولکول قطبی	حلال قطبی (آب)

در ساختار مولکول اوره، ۲ جفت الکترون ناپیوندی بر روی اتم اکسیژن و یک جفت الکترون ناپیوندی نیز بر روی هر اتم نیتروژن وجود دارد؛ پس می‌توان گفت این مولکول در مجموع دارای ۴ جفت الکترون ناپیوندی و ۸ پیوند اشتراکی است. ساختار $NOCl$ نیز به صورت زیر است:



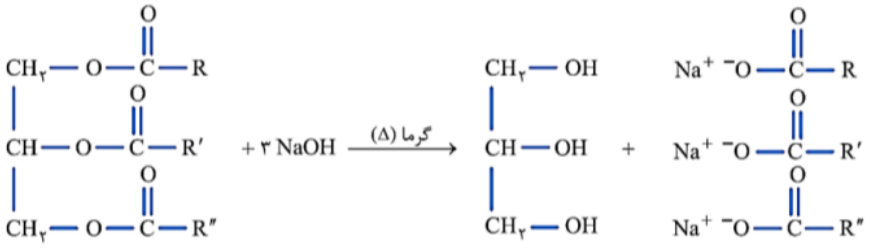
در ساختار این مولکول نیز ۳ پیوند اشتراکی بین اتم‌ها وجود دارد.

۳ جدول زیر، اطلاعات مربوط به ضدیخ(اتیلن گلیکول) را نشان می‌دهد:

نام ماده	فرمول شیمیایی	ساختار	نوع ماده	حلال مناسب
اتیلن گلیکول	$CH_۲OHCH_۲OH$	$HO-CH_۲-CH_۲-OH$	مولکول قطبی	حلال قطبی (آب)

این ترکیب، عضوی از خانواده دی‌الکل‌ها(الکل‌های دوعاملی) بوده و بخاطر داشتن گروه‌های عاملی هیدروکسیل، کاملا قطبی است. برای زدودن لکه‌های ایجاد شده از این ترکیب، باید از یک حلال قطبی مثل آب استفاده کنیم.

۴ **صابون‌های جامد، نمک سدیم اسیدهای چرب هستند.** این صابون‌ها را از گرم کردن مخلوط روغن‌های گوناگون یا چربی مانند روغن زیتون، نارگیل و پیه با سدیم هیدروکسید(محلول سود) تهیه می‌کنند. **صابون‌های مایع نیز نمک پتاسیم یا آمونیوم اسیدهای چرب هستند.** واکنش تولید یک صابون جامد با استفاده از چربی‌ها به صورت زیر است:



(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۶ به‌جز عبارت (ب)، سایر عبارت‌های داده شده درست‌اند.

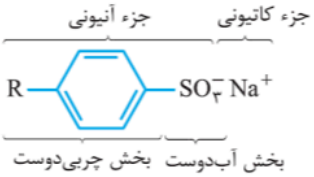
بررسی موارد:

آ: نسبت استوکیومتری کاتیون به آنیون در پاک‌کننده‌های غیرصابونی با فرمول عمومی $RC_6H_4SO_3^-Na^+$ و سدیم سولفید(یک ترکیب یونی دوتایی با فرمول شیمیایی Na_2S) به ترتیب برابر با ۱ و ۲ است. توجه داریم که پاک کننده‌های غیرصابونی از مواد پتروشیمیایی طی واکنش‌های پیچیده در صنعت تولید می‌شوند. این مواد قدرت پاک‌کنندگی بیشتری نسبت به صابون‌ها(با فرمول عمومی $RCOO^-Na^+$) دارند و در آب‌های سخت نیز خاصیت پاک‌کنندگی خود را حفظ **می‌کنند**؛ زیرا با یون‌های منیزیم و کلسیم موجود در این آب‌ها رسوب **نمی‌دهند**.

ب: فرمول الکل بکار رفته برای تولید این استرسنگین به صورت $CH_2OHCHOHCH_2OH$ بوده و درنتیجه فرمول اسید چرب سازنده این روغن به صورت $\frac{C_{57}H_{98}O_6-C_3H_5+3H}{3}=C_{17}H_{33}O_2$ است. توجه داریم که شمار اتم‌های هیدروژن موجود در ساختار مولکولی یک اسید چرب سیرشده و یا سیرنشده، **هرگز نمی‌تواند یک عدد فرد باشد.**

پ: برای زدودن این رسوب‌ها به پاک‌کننده‌های خورنده نیاز است که **بتوانند با آن‌ها واکنش شیمیایی بدهند** و آن‌ها را به فراورده‌هایی تبدیل کنند که با آب شسته شوند. موادی مانند هیدروکلریک اسید(جوهر نمک)، سدیم هیدروکسید و سفیدکننده‌ها از جمله این پاک‌کننده‌ها هستند. پاک‌کننده‌های خورنده از نظر شیمیایی فعال‌اند و خاصیت خورندگی دارند.

ت: در پاک‌کننده‌های غیرصابونی با ساختار زیر، دو اتم کربن حلقه بنزنی که به زنجیره هیدروکربنی و گروه SO_3^- متصل‌اند، به هیچ اتم هیدروژنی متصل نشده‌اند. توجه داریم که در گروه R نیز می‌تواند اتم کربنی وجود داشته باشد که به هیچ اتم هیدروژنی متصل نیست.



ث: مطابق واکنش‌های زیر، از انحلال یک مول از سدیم اکسید و یک مول دی نیتروژن پنتااکسید در آب، دو مول کاتیون و دو مول آنیون تولید می‌شود:

$$Na_2O(s)+H_2O(l)\rightarrow 2Na^+(aq)+2OH^-(aq)$$
$$N_2O_5(s)+H_2O(l)\rightarrow 2H^+(aq)+2NO_3^-(aq)$$

توجه داریم که سدیم اکسید باز آرنیوس و دی‌نیتروژن پنتاکسید، یک اسید آرنیوس است.

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۷ **فرمول شیمیایی صابون‌های جامد با زنجیر هیدروکربنی سیرشده به‌صورت $C_nH_{2n-1}O_2Na$ است.** از بین کربن‌های موجود در ساختار بخش آنیونی این ماده، کربنی که به اتم‌های اکسیژن متصل است، پیوندی با اتم‌های هیدروژن ندارد. از طرفی کربن انتهای زنجیر کربنی نیز به صورت گروه CH_3 حضور دارد. باقی کربن‌های موجود در ساختار زنجیر هیدروکربنی به صورت گروه CH_2 یافت می‌شوند. بر این اساس، می‌توان گفت صابونی با زنجیر هیدروکربنی سیر شده با ۱۴ گروه CH_2 در ساختار خود، مجموعا ۱۶ اتم کربن داشته و فرمول شیمیایی آن به صورت $C_{16}H_{31}O_2Na$ با جرم مولی ۲۷۸ گرم بر مول است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲ **با افزایش دما، سرعت پاک شدن لکه از انواع پارچه افزایش پیدا می‌کند.** از طرفی ذرات چربی با الیاف پلی‌استری نسبت به الیاف پنبه، پیوند قوی‌تری ایجاد می‌کنند و درنتیجه صابون لکه‌های چربی موجود در پارچه‌های نخی را آسان‌تر از لکه‌های چربی موجود در پارچه‌های پلی‌استری پاک می‌کند. جدول زیر عوامل موثر بر قدرت پاک‌کنندگی صابون را بررسی می‌کند:

قدرت پاک‌کنندگی صابون
هرچه‌قدر که صابون درصد چربی بیشتری را از روی سطح لباس پاک کند، قدرت بیشتری دارد
با افزایش مقدار صابون، قدرت پاک‌کنندگی صابون افزایش پیدا می‌کند
استفاده از پارچه نخی بجای پلی‌استری، قدرت پاک‌کنندگی صابون را افزایش می‌دهد
هرچه آب درجه سختی بیشتری داشته باشد، قدرت پاک‌کنندگی صابون کاهش پیدا می‌کند
اضافه کردن آنزیم به صابون، قدرت پاک‌کنندگی صابون را افزایش می‌دهد
با افزایش دما، قدرت پاک‌کنندگی صابون افزایش پیدا می‌کند

۳ **فرمول کلی استرهای سه عاملی با زنجیر هیدروکربنی سیرشده به صورت $C_nH_{2n-4}O_6$ است** و به ازای هر پیوند دوگانه بین کربن‌ها در ساختار این گروه از مواد، دو عدد از اتم‌های هیدروژن آن‌ها را کم می‌کنیم. بر این اساس، می‌توان برداشت کرد که در ماده آلی داده شده، حداکثر ۳ پیوند دوگانه کربن-کربن حضور دارد. باتوجه به اینکه در هر گروه استری نیز بین اتم کربن و یکی از اکسیژن‌ها یک پیوند دوگانه حضور دارد، استر مورد نظر در کل دارای ۶ پیوند دوگانه در ساختار خود است.

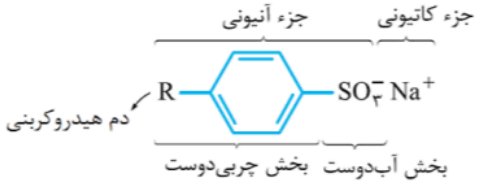
۴ به منظور افزایش خاصیت میکروب‌کشی صابون‌ها به آن‌ها ترکیبات کلردار افزوده می‌شود، درحالی‌که از افزودن مواد شیمیایی گوگرددار به صابون‌ها، برای از بین بردن قارچ‌ها و جوش‌های پوستی استفاده می‌شود. نمودار زیر، نقش افزودنی‌های مختلف را در پاک‌کننده‌های صابونی نشان می‌دهد:



(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۸ پس از پاک‌کننده‌های صابونی، شیمی‌دان‌ها در جست وجوی موادی بودند که قدرت پاک‌کنندگی زیادی داشته باشند و بتوان آن‌ها را به میزان انبوه و با قیمت مناسب تولید کرد. با توجه به رابطهٔ بین ساختار و رفتار یک ماده، شیمی‌دان‌ها به دنبال تولید موادی بودند که ساختار آن‌ها شبیه صابون باشد. آن‌ها توانستند با استفاده از بنزن و دیگر مواد اولیه در صنایع پتروشیمی، پاک‌کننده‌های غیرصابونی را تولید کنند. ساختار کلی این مواد به صورت زیر است:



فرمول عمومی پاک‌کننده مورد نظر به صورت $RC_6H_4SO_3^-Na^+$ بوده و جرم مولی این ماده در صورت وجود بخش R سیرشده(زنجیره آلکیل با فرمول شیمیایی C_nH_{2n+1})، به صورت زیر می‌شود:

$$\text{جرم مولی} = \text{جرم مولی بخش هیدروکربنی} + \text{جرم مولی حلقه بنزنی} + \text{جرم مولی بخش قطبی} \Rightarrow (14n+1)+(76)+(23+48+32)$$

بر این اساس، داریم:

$$\text{جرم مولی} = 362 = (14n+1)+(76)+(23+48+32) \Longrightarrow n = 13$$

با توجه به محاسبات بالا، در ساختار پاک‌کننده غیرصابونی مورد نظر مجموعا ۱۹ اتم کربن وجود دارد، پس شمار اتم‌های کربن در اسید چرب مورد نظر نیز برابر با ۱۹ عدد خواهد بود. این اسید چرب، بر اساس معادله زیر در واکنش با یک ماده بازی، صابون تولید می‌کند:

$$\text{آب} + \text{پاک‌کننده صابونی} \rightarrow \text{ماده بازی} + \text{اسید چرب}$$

با توجه به معادله این واکنش، همه اتم‌های کربن اسید چرب وارد ساختار صابون می‌شوند. بر این اساس، می‌توان گفت در ساختار صابون مورد نظر نیز مجموعا ۱۹ اتم کربن یافت می‌شود. **در دمای اتاق، نمک سدیم اسیدهای چرب(نمک‌هایی با فرمول $RCOONa$)، صابون‌های جامد را ساخته و نمک پتاسیم یا آمونیوم اسیدهای چرب(نمک‌هایی با فرمول $RCOOK$ و $RCOONH_4$)، صابون‌های مایع را می‌سازند**، پس می‌توان گفت در ساختار این صابون، یکی از کاتیون‌های سدیم، پتاسیم و یا آمونیوم وجود دارد. اگر پاک‌کننده صابونی مورد نظر دارای یون سدیم باشد، داریم:

$$(C_{19}H_{37}O_2Na) \text{ جرم مولی نوعی صابون با کاتیون سدیم و زنجیر هیدروکربنی سیرشده} = 320g$$

اگر صابون مورد نظر به طور کامل سیرشده باشد، جرم مولی آن برابر با ۳۲۰ گرم می‌شود. به ازای هر پیوند دوگانه $C=C$، دو گرم بر مول از جرم صابون مورد نظر کم می‌شود. طبق فرض سوال، جرم مولی صابون برابر با ۳۱۸ گرم است، پس در صورت وجود کاتیون سدیم در ساختار صابون، در بخش هیدروکربنی این ماده فقط ۱ پیوند $C=C$ وجود خواهد داشت.

اگر پاک‌کننده صابونی مورد نظر دارای یون پتاسیم باشد، داریم:

$$(C_{19}H_{37}O_2K) \text{ جرم مولی نوعی صابون با کاتیون پتاسیم و زنجیر هیدروکربنی سیرشده} = 336g$$

اگر صابون مورد نظر به طور کامل سیرشده باشد، جرم مولی آن برابر با ۳۳۶ گرم می‌شود. به ازای هر پیوند دوگانه $C=C$، دو گرم بر مول از جرم صابون مورد نظر کم می‌شود. طبق فرض سوال، جرم مولی صابون برابر با ۳۱۸ گرم است، پس در صورت وجود کاتیون سدیم در ساختار صابون، در بخش هیدروکربنی این ماده ۹ پیوند $C=C$ وجود خواهد داشت. علاوه بر این، صابون مورد نظر در ساختار خود دارای یک پیوند $C=O$ نیز هست، پس می‌توان گفت در این ماده مجموعا ۱۰ پیوند دوگانه وجود دارد. توجه داریم که اگر در ساختار این صابون، کاتیون آمونیوم قرار بگیرد، جرم مولی این ماده عددی فرد می‌شود، پس صابون مورد نظر قطعا حاوی کاتیون آمونیوم نخواهد بود.

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۹ عبارت‌های (ب)، (پ) و (ت) نادرست هستند.

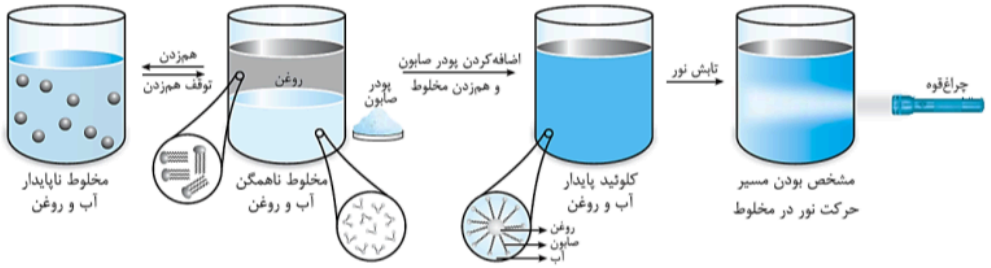
بررسی موارد:

آ: در سال ۱۸۶۰ میلادی، دانشمندی به نام توماس گراهام برای توصیف ویژگی‌های برخی از مواد مثل چسب‌ها، ژلاتین و نشاسته، از واژه «کلوئید» استفاده کرد. **کلوئیدها مخلوط‌هایی از دو یا چند ماده به حساب می‌آیند که در برخی از ویژگی‌های خود، به محلول‌ها شباهت دارند و در برخی از ویژگی‌های خود، با محلول‌ها تفاوت داشته و به مخلوط‌های ناهمگن شبیه هستند. کلوئیدها از توده‌های مولکولی با اندازه‌های متفاوت تشکیل شده‌اند و اندازه ذرات موجود در ساختار آن‌ها کوچک‌تر از سوسپانسیون‌ها و بزرگ‌تر از محلول‌های همگن است.** از این رو، یک نمونه از کلوئیدها کم‌تر از سوسپانسیون‌ها و بیشتر از محلول‌ها نور را پخش می‌کنند. هرچند که کلوئیدها به ظاهر همگن هستند، اما از جمله مخلوط‌های ناهمگن به شمار می‌روند. جدول زیر، ویژگی‌های محلول‌ها، کلوئیدها و سوسپانسیون‌ها را نشان می‌دهد:

ویژگی	مخلوط ناهمگن (سوسپانسیون)	کلوئید	مخلوط همگن (محلول)
عبور نور	نور را پخش می‌کند.	نور را پخش می‌کند.	نور را عبور می‌دهد.
همگن بودن	ناهمگن است.	ناهمگن است.	همگن است.
پایداری	ناپایدار است.	پایدار است.	پایدار است.
نوع ذره	ذره‌ها و قطعات مجزا	مولکول‌های بزرگ یا توده‌های مولکولی	یون‌ها یا مولکول‌ها
مثال‌ها	سالاد ـ مخلوط آب و روغن ـ شربت معده	مخلوط آب و صابون و روغن ـ سرامیک‌ها ـ انواع رنگ‌ها ـ چسب‌ها ـ شیر ـ ژله ـ مایونز	محلول آب نمک ـ محلول مس (II) سولفات در آب

اندازه و ویژگی‌های سطحی ذرات سازنده کلوئیدها به گونه‌ای است که این ذرات با گذشت زمان ته‌نشین نمی‌شوند؛ درنتیجه می‌توان گفت که کلوئیدها، همانند محلول‌ها، از جمله مواد پایدار هستند.

ب: کلوئیدها می‌توانند حاوی مولکول باشند. برای مثال، مخلوط آب، صابون و روغن نوعی کلوئید است. تصویر زیر، خاصیت پخش نور در این کلوئید و چینش ذرات سازنده در آن را نشان می‌دهد:



در این کلوئید، مولکول‌های آب و چربی وجود دارند.

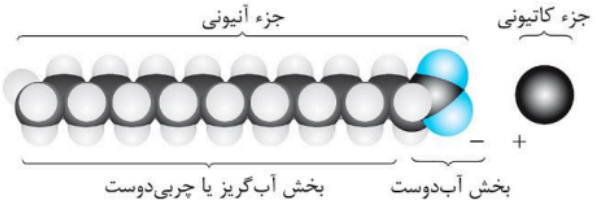
پ: شیر، کلوئید است و یک مخلوط پایدار به شمار می‌رود. این ماده پیش از مصرف، نیاز به تکان دادن ندارد. شربت معده، نوعی سوسپانسیون است. سوسپانسیون‌ها نمونه‌ای از مخلوط‌های ناپایدار بوده و به مرور ته‌نشین می‌شوند، پس قبل از مصرف باید تکان داده شوند.

ت: تفاوت رفتار در برابر نور در ژله و سرم فیزیولوژی، **به دلیل تفاوت آن‌ها از نظر اندازه ذرات سازنده این مواد است.**

(مار ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۰ **هم ساختار صابون و هم ساختار پاک‌کننده غیرصابونی از دو بخش قطبی و ناقطبی تشکیل می‌شوند.** این دو بخش، توسط پیوند اشتراکی به یکدیگر متصل شده‌اند. در این پاک‌کننده‌ها، هیچ یک از بخش‌ها بر دیگری غلبه ندارد و به همین علت، این مواد هم در آب و هم در چربی حل می‌شوند. در واقع به علت این که صابون نمک سدیم، پتاسیم یا آمونیوم حاصل از اسیدهای چرب است، در آب محلول بوده و به علت زنجیره هیدروکربنی بزرگ خود، در چربی نیز حل می‌شود. ساختار صابون‌های جامد به صورت زیر است:



توجه داریم که صابون‌های جامد، نمک سدیم اسیدهای چرب هستند و می‌توان آن‌ها را با فرمول کلی $RCOONa$ نشان داد که در آن، گروه R نشان‌دهندهٔ یک زنجیر هیدروکربنی بلند است.

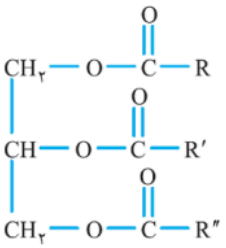
بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ بنزین با فرمول مولکولی C_8H_{18}، یک ترکیب آلی است که در حلال‌های غیرقطبی مثل هگزان حل می‌شود. جدول زیر، ویژگی‌های بنزین را نشان می‌دهد:

نام ماده	فرمول شیمیایی	ساختار	نوع ماده	حلال مناسب
بنزین	C_8H_{18}		مولکول ناقطبی	حلال ناقطبی (هگزان)

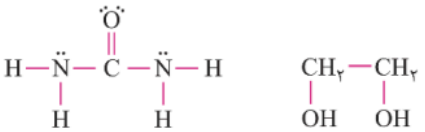
این ماده، همانند وازلین، نوعی هیدروکربن بوده و گشتاور دوقطبی آن تقریبا برابر با صفر است.

۲ **مولکول‌های روغن زیتون، نامحلول در آب بوده و از دو بخش قطبی(گروه‌های عاملی استری) و ناقطبی(زنجیره‌های هیدروکربنی موجود در انتهای مولکول) تشکیل شده‌اند. در ساختار این ماده، سه عنصر اکسیژن، کربن و هیدروژن وجود دارد. ساختار روغن زیتون به صورت زیر است:**



این درحالی است که وازلین نوعی هیدروکربن از خانواده آلکان‌ها با فرمول شیمیایی $C_{25}H_{52}$ بوده و کل مولکول آن از قسمت‌های ناقطبی تشکیل شده است.

۳ ساختار اوره و اتیلن‌گلیکول به صورت زیر است:



در ساختار اوره، ۴ جفت الکترون ناپیوندی و در ساختار اتیلن‌گلیکول نیز ۲ گروه عاملی الکلی(هیدروکسیل) وجود دارد.

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۱ عبارت‌های «الف»، «ب» و «ت» درست هستند.

بررسی موارد:

الف: گلوکز به دلیل داشتن چندین گروه عاملی **هیدروکسیل** در ساختار خود، مولکولی قطبی است. هگزان نوعی هیدروکربن بوده و همانند سایر هیدروکربن‌ها، ناقطبی است. این در حالی است که روغن زیتون، یک **استر** سه عاملی با زنجیره‌های هیدروکربنی بلند است. در واقع مولکول‌های روغن زیتون، در ساختار خود یک بخش قطبی(گروه‌های استری) و یک بخش ناقطبی(زنجیره‌های هیدروکربنی) دارند. از آن‌جا که بخش عمده مولکول‌های سازنده این ماده از قسمت‌های **ناقطبی** تشکیل شده است، بخش **ناقطبی** این مولکول‌ها بر بخش **قطبی** آن‌ها غلبه کرده و در نتیجه روغن زیتون در آب(حلال قطبی) حل **نمی‌شود**، در حالی که در حلال‌های ناقطبی حل می‌شود.

ب: پیوند هیدروژنی، نوعی از نیروهای بین مولکولی است. مولکول‌های گلوکز به دلیل داشتن **اتم‌های اکسیژن متصل به اتم هیدروژن**، می‌توانند با مولکول‌های آب پیوند هیدروژنی تشکیل دهند. به‌جز گلوکز، هر ماده دیگری که دارای **گروه عاملی الکلی(هیدروکسیل)** یا **کربوکسیل** است، توانایی ایجاد پیوند هیدروژنی با ذرات سازنده خود و یا مولکول‌های آب را دارد.

پ: فرمول مولکولی گلوکز به‌صورت $C_6H_{12}O_6$ و فرمول مولکولی بنزآلدهید نیز به‌صورت C_7H_6O است، بنابراین داریم:

$$\text{درصد جرمی کربن در گلوکز} = \frac{(6\times 12)}{(6\times 12)+(12\times 1)+(6\times 16)}\times 100 = \frac{7200}{180} = 40\%$$

$$\text{درصد جرمی کربن در بنزآلدهید} = \frac{(7\times 12)}{(7\times 12)+(6\times 1)+(1\times 16)}\times 100 = \frac{8400}{106} \simeq 79\%$$

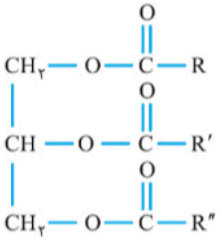
پس درصد جرمی کربن در گلوکز **بیشتر از نصف** این مقدار در بنزآلدهید است.

ت: گروه‌های اتری و الکلی، از جمله **گروه‌های عاملی اکسیژن‌دار** هستند. در ساختار هر مولکول گلوکز، ۵ گروه هیدروکسیل(الکلی) با ساختار $-OH$ و یک گروه اتری با ساختار $-O-$ وجود دارد.

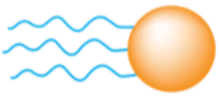
(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۲ ساختار کلی **استرهای سنگین موجود در مخلوط چربی‌ها** به‌صورت زیر است:



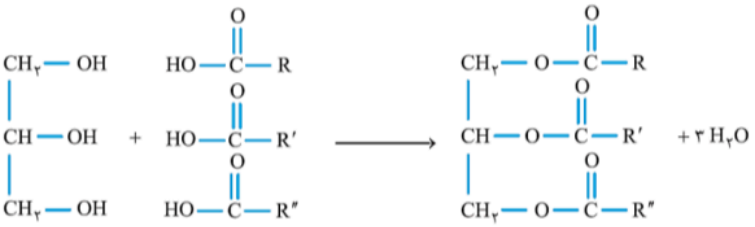
ساختار مولکولی این مواد را به‌صورت زیر نیز می‌توان نشان داد:



چون استر مورد نظر با استفاده از ۳ اسید چرب یکسان ساخته شده است، پس می‌توان گفت بخش‌های R، R' و R'' موجود در ساختار این ترکیب مشابه یکدیگر هستند. اگر بخش‌های R، R' و R'' در مولکول بالا کاملاً سیرشده باشند، فرمول مولکولی این استر به‌صورت $C_nH_{2n-4}O_6$ می‌شود، پس فرمول شیمیایی استر سنگین **سیرشده‌ای** که در ساختار خود دارای ۵۴ اتم کربن باشد، به‌صورت $C_{54}H_{104}O_6$ خواهد بود. توجه داریم که این استر، با استفاده از ۳ اسید چرب ۱۷ کربنی و یک الکل سه عاملی سه کربنی ساخته شده است.

به ازای هر پیوند دوگانه که در ساختار بخش‌های R، R' و R'' از مولکول فوق قرار بگیرد، ۲ عدد از اتم‌های هیدروژن موجود در این ترکیب حذف می‌شوند، پس می‌توان گفت استری با فرمول شیمیایی $C_{54}H_{92}O_6$، نسبت به استر سیرشده‌ای با فرمول شیمیایی $C_{54}H_{104}O_6$، تعداد ۱۲ اتم هیدروژن کمتر دارد، پس این استر مجموعاً ۶ پیوند دوگانه $C=C$ بیشتر دارد. به عبارت دیگر، در هریک از بخش‌های R، R' و R'' استر داده‌شده، دو پیوند $C=C$ وجود دارد. تا به اینجای کار، متوجه شدیم که در ساختار هریک از اسیدهای چرب مصرف‌شده برای تولید استر نهایی، ۲ پیوند $C=C$ وجود دارد، اما توجه داریم که هر اسید چرب دارای ۱ پیوند دوگانه $C=O$ نیز در ساختار خود است، پس مجموع شمار پیوندهای دوگانه در هریک از اسیدهای چرب مصرف شده برابر با ۳ عدد خواهد شد.

در ساختار استر داده‌شده با فرمول مولکولی $C_{54}H_{92}O_6$، مجموعاً ۵۴ اتم کربن وجود دارد که از این تعداد اتم کربن، ۳ مورد از آن‌ها از یک الکل سه عاملی آمده و ۵۱ مورد از آن‌ها از اسیدهای چرب آمده‌اند. واکنش تولید این ترکیب استری به‌صورت زیر خواهد بود:



سه اسید چرب مصرف شده در این واکنش، در ساختار خود مجموعاً ۵۱ اتم کربن دارند، پس در ساختار مولکولی هر یک از این مواد ۱۷ اتم کربن یافت می‌شود. ۱۷ اتم کربن، مجموعاً توسط ۱۶ پیوند کربن-کربن به یکدیگر متصل شده‌اند که از این ۱۶ پیوند کربن-کربن، ۲ پیوند دوگانه و ۱۴ پیوند به‌صورت یگانه است.

(مار ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۳ اتم‌ها و مولکول‌ها بسیار ریز و سبک هستند به‌طوری‌که با یک ترازوی عادی، **نمی‌توانیم** جرم آن‌ها را اندازه‌گیری کنیم. بر این اساس، شیمی‌دان‌ها مفهوم **مول** را معرفی کردند. هر مول از یک گونه(یک اتم، یک مولکول، یک یون و ...)، معادل با تعداد $۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}$ ذره از آن گونه است. برای مثال، یک مول منیزیم، شامل نمونه‌ای از این فلز می‌شود که در ساختار آن مجموعاً $۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}$ اتم منیزیم وجود دارد. یک مول گاز کربن دی‌اکسید نیز شامل نمونه‌ای از این گاز می‌شود که در ساختار آن $۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}$ مولکول $CO_۲$ وجود دارد. در این رابطه، داریم:

$$\text{تعداد ذرات ماده} \xrightarrow{\times ۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}} \text{تعداد مول ماده}$$

به جرم یک مول از هر ماده در مقیاس گرم، **جرم مولی** گفته می‌شود. برای مثال، جرم یک نمونه از فلز منیزیم که شامل یک مول از اتم‌های منیزیم(معادل با $۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}$ اتم منیزیم) می‌شود، برابر با ۲۴ گرم است؛ پس می‌توان گفت جرم مولی منیزیم برابر با ۲۴ گرم بر مول($g.mol^{-۱}$) است. در رابطه با جرم مولی هر ماده، داریم:

$$\text{جرم ماده} \xrightarrow{\times \text{جرم مولی}} \text{تعداد مول ماده}$$

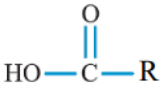
چون جرم مولی اوره($(NH_۲)_۲CO$) و استیک اسید($CH_۳COOH$) **برابر** و معادل با ۶۰ گرم بر مول است، پس می‌توان گفت شمار مول‌های این دو ماده در نمونه‌هایی به جرم مساوی از آن‌ها نیز **برابر** با یکدیگر می‌شود. از طرفی، در هر مولکول اوره یک اتم کربن و در هر مولکول استیک اسید نیز دو اتم اکسیژن وجود دارد؛ پس شمار اتم‌های اکسیژن موجود در نمونه استیک اسید، دو برابر شمار اتم‌های کربن در نمونه اوره می‌شود.

ساختار مولکولی اوره و استیک اسید به‌صورت زیر است:



(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

۱۴ ساختار کلی اسیدهای آلی(کربوکسیلیک اسیدها) به‌صورت زیر است:



فرمول عمومی کربوکسیلیک اسیدهای یک عاملی غیر حلقوی و با **زنجیر هیدروکربنی سیرشده**، به‌صورت $C_nH_{۲n}O_۲$ است. بنابراین از سوختن کامل یک مول از این اسیدها، n مول گاز $CO_۲$ آزاد می‌شود. معادله این واکنش را به‌صورت زیر می‌توان نشان داد:

$$C_nH_{۲n}O_۲ + (\frac{۳n-۲}{۲})O_۲ \rightarrow nCO_۲ + nH_۲O$$

جرم مولی این اسیدها برابر است با:

$$\text{جرم مولی } C_nH_{۲n}O_۲ = ۱۲n + ۲n + (۲ \times ۱۶) = ۱۴n + ۳۲$$

با توجه به داده‌های صورت سؤال، داریم:

$$?\,g\,CO_۲ = ۵۱/۳\,g \text{ اسیدچرب} \times \frac{۱\,mol \text{ اسیدچرب}}{(۱۴n+۳۲)g \text{ اسیدچرب}} \times \frac{n\,mol\,CO_۲}{۱\,mol \text{ اسیدچرب}} \times \frac{۲۲/۴\,L\,CO_۲}{۱\,mol\,CO_۲} = ۷۰/۵۶\,L\,CO_۲$$

$$\rightarrow \frac{۵۱/۳ \times n}{(۱۴n+۳۲)} = \frac{۷۰/۵۶}{۲۲/۴} = ۳/۱۵ \rightarrow ۵۱/۳n = ۴۴/۱n + ۱۰۰/۸ \rightarrow ۷/۲n = ۱۰۰/۸ \rightarrow n = ۱۴$$

در نتیجه، فرمول شیمیایی این اسید چرب به‌صورت $C_{۱۴}H_{۲۸}O_۲$ است. واکنش این اسید چرب با پتاسیم هیدروکسید که منجر به تولید نوعی صابون **مایع** می‌شود، به‌صورت زیر است:

$$C_{۱۴}H_{۲۸}O_۲ + KOH \rightarrow C_{۱۴}H_{۲۷}O_۲K + H_۲O$$

جرم مولی آب برابر $۱۸\,g.mol^{-۱}$ بوده و جرم مولی صابون مایع حاصل برابر است با:

$$\text{جرم مولی صابون} = (۱۴ \times ۱۲) + (۲۷ \times ۱) + (۲ \times ۱۶) + ۳۹ = ۲۶۶\,g.mol^{-۱}$$

با توجه به محاسبات انجام شده، می‌توان گفت به ازای هر بار انجام شدن این واکنش، ۱۸ گرم آب به همراه ۲۶۶ گرم صابون تولید می‌شود. در نهایت، درصد جرمی صابون را در فراورده‌ها حساب می‌کنیم:

$$\text{درصد جرمی صابون} = \frac{\text{جرم مولی صابون}}{\text{مجموع جرم مولی کل فراورده‌ها}} \times ۱۰۰ = \frac{۲۶۶}{۲۶۶+۱۸} \times ۱۰۰ = \frac{۲۶۶۰۰}{۲۸۴} \simeq ۹۳/۷ \text{ درصد}$$

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

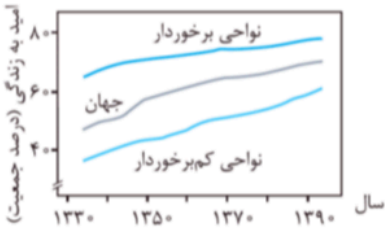
SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۵ **استفاده از صابون و سایر شوینده‌ها**، با از بین بردن بخشی از میکروب‌های موجود در محیط، سبب شد تا میزان آلودگی‌ها و عوامل بیماری‌زا در محیط‌های فردی و همگانی کاهش پیدا کند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲ لکه عسل به راحتی با آب شسته شده و در آن پخش می‌شود، چراکه عسل حاوی مولکول‌های **قطبی** است که در ساختار خود شمار قابل توجهی گروه عاملی **هیدروکسیل**($-OH$) دارند. هنگامی که عسل وارد آب می‌شود، مولکول‌های سازنده آن با مولکول‌های **آب پیوند هیدروژنی** برقرار می‌کنند و در سرتاسر آن پخش می‌شوند. به این ترتیب، آب پاک‌کننده مناسبی برای لکه‌های شیرینی مانند آب قند، شربت آب‌لیمو و چای شیرین است.

۳ **شاخص امید به زندگی** نشان می‌دهد با توجه به خطراتی که انسان‌ها در طول زندگی با آن مواجه هستند، به‌طور **میانگین** چند سال در این جهان زندگی می‌کنند. امید به زندگی شاخصی است که در کشورهای گوناگون و حتی در شهرهای یک کشور نیز با هم **تفاوت** دارد، زیرا این شاخص به عوامل گوناگونی بستگی دارد. مقدار این شاخص در سطح جهان، در حال حاضر تقریباً برابر با ۶۵ سال است. توجه داریم که مقدار این شاخص در مناطق کم برخوردار جهان، همانند مناطق برخوردار جهان، **رو به افزایش** یافتن است. نمودار زیر، روند تغییر شاخص امید به زندگی را در مناطق مختلف جهان نشان می‌دهد:



۴ بیماری **وبا** یک بیماری **واگیردار** است و در طول تاریخ بارها در جهان همه‌گیر شده است و طی این فرایند جان میلیون‌ها انسان را گرفته است. این بیماری به دلیل آلوده شدن آب و نبود بهداشت شایع می‌شود. بیماری وبا، **هنوز** هم می‌تواند برای هر جامعه تهدیدکننده باشد و هنوز هم امکان همه‌گیری آن در سطح جهان وجود دارد.

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

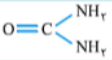
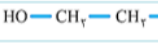
SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۱۶ عبارت‌های «ب» و «ت» درست هستند.

بررسی موارد:

الف: در ساختار روغن زیتون، **بخش ناقطبی بر بخش قطبی غلبه دارد**، درنتیجه روغن زیتون برخلاف مولکول‌های قطبی استون و اتیلن گلیکول در آب نامحلول است. توجه داریم که نقره کلرید، یک **ترکیب یونی نامحلول** در آب است. کلسیم فسفات، منیزیم فسفات، باریم سولفات، منیزیم هیدروکسید، آهن(II) هیدروکسید و آهن(III) هیدروکسید، سایر ترکیب‌های یونی نامحلول در آب به شمار می‌روند.

ب: جدول زیر، اطلاعات مربوط به اوره، بنزین و اتیلن‌گلیکول را نشان می‌دهد:

نام ماده	فرمول شیمیایی	ساختار	نوع ماده	حلال مناسب
بنزین	C_8H_{18}		مولکول ناقطبی	حلال ناقطبی (هگزان)
اوره	$CO(NH_2)_2$		مولکول قطبی	حلال قطبی (آب)
اتیلن گلیکول	CH_2OHCH_2OH		مولکول قطبی	حلال قطبی (آب)

آمونیاک، به خاطر داشتن یک جفت الکترون ناپیوندی بر روی اتم مرکزی خود، ساختاری نامتقارن داشته و **همانند** اوره، یک **ترکیب قطبی** است. ترکیب‌های قطبی، در حلال‌های قطبی مثل آب حل می‌شوند.

پ: اگر یک اسید چرب در ساختار خود زنجیره کربنی **سیرشده** داشته باشد، فرمول مولکولی آن به‌صورت $C_nH_{2n}O_2$ بوده و آنیون صابون ساخته‌شده از آن نیز به‌صورت $[C_nH_{2n-1}O_2]^-$ است. حال اگر کاتیون این صابون، معادل با یون آمونیوم(NH_4^+) باشد، شمار اتم‌های هیدروژن در واحد فرمولی این صابون برابر با $2n+3$ است که بیش از دو برابر شمار اتم‌های کربن است.

وابستگی حالت فیزیکی صابون‌ها به نوع کاتیون

حالت فیزیکی صابون‌ها، ربطی به حالت فیزیکی مواد مصرف شده برای تولید آن‌ها نداشته و **وابسته به نوع کاتیون** موجود در ساختار آن‌ها است. در واقع، صابون جامد را از گرم کردن مخلوط روغن‌های گوناگون(استرهای سنگینی که حالت مایع دارند) یا چربی(استرهای سنگینی که حالت جامد دارند) مانند روغن زیتون، روغن نارگیل و یا پیه، با سدیم هیدروکسید تهیه می‌کنند. صابون‌های مایع نیز نمک پتاسیم یا آمونیوم اسیدهای چرب هستند.

ت: انسان‌های گذشته پی‌برده بودند که با آغشته کردن ظرف‌ها به **خاکستر** و شست و شوی آن‌ها توسط آب **گرم**، این ظروف **آسان‌تر** تمیز می‌شوند. در واقع، خاکستر چوب حاوی اتم‌های برخی از انواع فلزهای قلیایی بوده که در واکنش با ذرات سازنده انواع چربی‌ها، سبب ایجاد صابون شده و شست و شوی ظرف‌های چرب را راحت‌تر می‌کند.

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۷ واکنش صابون‌ها با یون‌های **کلسیم** و **منیزیم** که در آب سخت حضور دارند، به‌صورت زیر انجام می‌شود:

$$Mg^{2+}(aq) + 2RCOONa(aq) \longrightarrow Mg(RCOO)_2(s) + 2Na^+(aq)$$
$$Ca^{2+}(aq) + 2RCOONa(aq) \longrightarrow Ca(RCOO)_2(s) + 2Na^+(aq)$$

رسوب تشکیل‌شده در این حالت **سفیدرنگ** است که بر روی پارچه در حال شست‌وشو قرار می‌گیرد. در نمونه آب مورد نظر، فقط یون کلسیم وجود دارد. واکنش انجام‌شده میان یون کلسیم و این نمونه صابون با فرمول شیمیایی $C_{16}H_{29}O_2Na$، به‌صورت زیر است:

$$Ca^{2+}(aq) + 2C_{16}H_{29}O_2Na(aq) \longrightarrow Ca(C_{16}H_{29}O_2)_2(s) + 2Na^+(aq)$$

در این فرایند، صابون حل‌شده در آب به دو قسمت تقسیم می‌شود. بخش اول از صابون حل شده در آب، با یون کلسیم واکنش می‌دهد و رسوب می‌کند و از محلول مورد نظر خارج می‌شود. این بخش از صابون مورد نظر، عملاً تأثیری بر پاک‌کنندگی صابون نداشته و از محیط آبی حذف می‌شود. بخش دوم از صابون مورد نظر نیز مقدار غلظت کافی از این ماده را در آب ایجاد می‌کند تا بتواند قدرت پاک‌کنندگی خود را اعمال کند. ابتدا مقدار صابونی را که با یون کلسیم موجود در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب رسوب می‌کند، حساب می‌کنیم:

$$?\,g\,C_{16}H_{29}O_2Na = 100\,mL\,\text{آب} \times \frac{1\,g\,\text{آب}}{1\,mL\,\text{آب}} \times \frac{120\,g\,Ca^{2+}}{10^6\,g\,\text{آب}} \times \frac{1\,mol\,Ca^{2+}}{40\,g\,Ca^{2+}} \times \frac{2\,mol\,C_{16}H_{29}O_2Na}{1\,mol\,Ca^{2+}} \times \frac{276\,g\,C_{16}H_{29}O_2Na}{1\,mol\,C_{16}H_{29}O_2Na}$$

$$= 0/1656g \longrightarrow \text{مقدار صابون رسوب کرده} = 165/6\,mg$$

حال مقدار صابون اضافی حل‌شده در آب برای رسیدن به غلظت ۰/۰۰۲ مول بر لیتر را به‌دست می‌آوریم:

$$?\,g\,C_{16}H_{29}O_2Na = 100\,mL\,\text{آب} \times \frac{1\,L}{1000\,mL} \times \frac{0/002\,mol\,C_{16}H_{29}O_2^-}{1\,L\,\text{آب}} \times \frac{1\,mol\,C_{16}H_{29}O_2Na}{1\,mol\,C_{16}H_{29}O_2^-} \times \frac{276\,g\,C_{16}H_{29}O_2Na}{1\,mol\,C_{16}H_{29}O_2Na}$$

$$= 0/0552\,g \longrightarrow \text{مقدار صابون در محلول} = 55/2\,mg$$

بر این اساس، داریم:

$$\text{مقدار کل صابون} = 165/6 + 55/2 = 220/8\,mg$$

پس باید ۲۲۰/۸ میلی‌گرم صابون در این آب حل شود تا صابون خاصیت پاک‌کنندگی خود را داشته باشد.

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

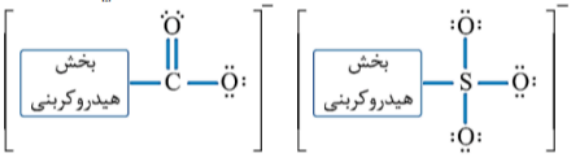
۱۸ ترکیب با فرمول مولکولی $C_{17}H_{35}COOH$، یک اسیدچرب با جرم مولی بالا و زنجیره هیدروکربنی بسیار بلند است؛ بنابراین نقطهٔ جوش آن از اسید آلی موجود در سرکه یعنی استیک اسید (CH_3COOH) **بالاتر** است. توجه داریم که در کربوکسیلیک اسیدهای یک عاملی، هر چه تعداد اتم کربن **بیشتر** باشد، نیروهای بین مولکولی در میان ذرات سازنده آن اسید **قوی‌تر** بوده و در نتیجه این مواد نقطهٔ جوش **بالاتری** دارند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ **افزایش دمای آب**، موجب سست‌شدن آلودگی‌ها از بافت لباس و پاک‌شدن این آلودگی‌ها می‌شود. **آنزیم‌ها** نیز با شکستن ذرات آلاینده‌ها به مواد ساده‌تر، موجب بهتر پاک‌شدن آن‌ها از روی بافت لباس‌ها می‌شوند.

۳ پاک‌کننده‌های **غیرصابونی**، دارای یک حلقه‌ی بنزنی در ساختار بخش آنیونی خود بوده و از جمله مواد آروماتیک به شمار می‌روند. این مواد، **همانند** پاک‌کننده‌های صابونی، بر اساس **برهم‌کنش** میان ذره‌ها(مثلاً ایجاد نیروی وان‌دروالسی، پیوند هیدروژنی و ...) آلودگی‌ها را پاک می‌کنند. در نقطه مقابل، پاک‌کننده‌های خورنده افزون بر این برهم‌کنش‌ها، با آلاینده‌ها **واکنش** می‌دهند و از این طریق نیز سبب زدودن آن‌ها می‌شوند.

۴ با توجه به ساختارهای زیر، تعداد جفت الکترون‌های ناپیوندی در پاک‌کننده غیرصابونی(با فرمول شیمیایی کلی $RC_6H_4SO_3^-Na^+$) و در صابون(با فرمول شیمیایی کلی $RCO_2^-Na^+$)، به‌ترتیب برابر با ۹ و ۵ بوده و نسبت میان آن‌ها برابر $1/8 = \frac{9}{5}$ است.



(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۱۹ ماده A، یک پاک‌کننده صابونی **جامد** بوده و در ساختار آن کاتیون سدیم وجود دارد؛ درحالی که ماده B، ساختاری مشابه به پاک‌کننده‌های صابونی **مایع** داشته و در ساختار آن، کاتیون پتاسیم یافت می‌شود. در ساختار هر دو ماده داده شده، ۲ اتم اکسیژن وجود دارد، در حالی که جرم مولی ترکیب B در مقایسه با ترکیب دیگر خیلی کوچک‌تر است. بر این اساس، می‌توان گفت درصد جرمی اکسیژن در ساختار ترکیب B بیشتر از ترکیب دیگر خواهد بود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ در ساختار ترکیب B، کاتیون پتاسیم وجود داشته و بخش ناقطبی این ترکیب نیز در مقایسه با ترکیب دیگر بسیار کوچک‌تر است. بر این اساس، ترکیب B در شرایط اتاق حالت مایع داشته و دمای ذوب آن در مقایسه با ترکیب A کمتر خواهد بود.

۳ چون آنیون سازنده ترکیب B دارای دم هیدروکربنی(بخش ناقطبی) کوچک‌تری نسبت به آنیون سازنده ترکیب A است، پس گشتاور دوقطبی این آنیون به‌طور کلی **بیشتر** بوده و می‌توان گفت انحلال‌پذیری آنیون سازنده ترکیب B در آب بیشتر خواهد بود.

۴ هر دو ماده دارای دم هیدروکربنی سیرشده هستند، اما چون ترکیب B دارای دم هیدروکربنی بسیار کوتاه‌تری است، پس قطعاً شمار اتم‌های هیدروژن در واحد فرمولی این ماده **کمتر** خواهد بود. توجه داریم که دم هیدروکربنی در ترکیب B بسیار کوچک بوده و به همین خاطر، از این ماده نمی‌توان به‌عنوان یک پاک‌کننده صابونی مناسب استفاده کرد.

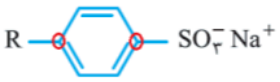
(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

۲۰ عبارت‌های «الف» و «ب» درست هستند.

بررسی موارد:

الف: چربی‌ها مخلوطی از **اسیدهای چرب** و **استرهای بلند زنجیر** هستند که بخش ناقطبی آن‌ها بر بخش قطبی‌شان غلبه دارد و در نتیجه نیروی بین مولکولی غالب در آن‌ها از نوع واندروالسی است. از طرفی در ساختار اسیدهای چرب و استرهای بلند زنجیر، **حداقل یک اتم کربن**(کربن موجود در ساختار گروه کربوکسیل و یا گروه استری) وجود دارد که به دو اتم اکسیژن متصل است.

ب: در پاک‌کننده‌های غیرصابونی، دو اتم کربن حلقه بنزنی که به گروه آلکیل و گروه SO_3^- متصل شده‌اند، به هیچ اتم هیدروژنی متصل نیستند. توجه داریم که در گروه R نیز با توجه به سیرشده بودن و یا نبودن این قسمت، می‌تواند اتم کربنی وجود داشته باشد که به هیچ اتم هیدروژنی متصل نیست. ساختار کلی پاک‌کننده‌های غیرصابونی به‌صورت زیر است:



پ: صابون طبیعی، معروف به **صابون مراغه**، با بیش از ۱۵۰ سال قدمت، معروف‌ترین صابون **سنتی** ایران است. برای تهیه این صابون، **پیه گوسفند**(نوعی چربی جانوری که در دمای اتاق، حالت جامد دارد) و **سود سوزآور** را در دیگ‌های بزرگ با آب برای چندین ساعت می‌جوشانند و پس از قالب‌گیری، آنها را در آفتاب خشک می‌کنند. این صابون افزودنی شیمیایی **نداشته** و به دلیل خاصیت بازی مناسب، از آن برای شستن موهای چرب استفاده می‌شود.

ت: کلوئیدها مخلوط‌هایی هستند که **پایدار** بوده و به مرور زمان، ته‌نشین **نمی‌شوند**. چون این مخلوط‌ها حاوی توده‌های مولکولی هستند، مسیر عبور نور از درون کلوئیدها مشخص است. جدول زیر، ویژگی‌های انواع مخلوط‌ها را نشان می‌دهد:

ویژگی	مخلوط ناهمگن (سوسپانسیون)	کلوئید	مخلوط همگن (محلول)
عبور نور	نور را پخش می‌کند.	نور را پخش می‌کند.	نور را عبور می‌دهد.
همگن بودن	ناهمگن است.	ناهمگن است.	همگن است.
پایداری	ناپایدار است.	پایدار است.	پایدار است.
نوع ذره	ذره‌ها و قطعات مجزا	مولکول‌های بزرگ یا توده‌های مولکولی	یون‌ها یا مولکول‌ها
مثال‌ها	سالاد ـ مخلوط آب و روغن ـ شربت معده	مخلوط آب و صابون و روغن ـ سرامیک‌ها ـ انواع رنگ‌ها ـ چسب‌ها ـ شیر ـ ژله ـ مایونز	محلول آب‌نمک ـ محلول مس (II) سولفات در آب

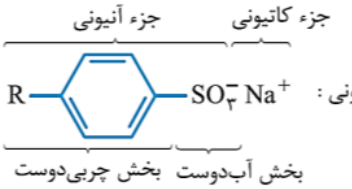
همان‌طور که مشخص است، برخی از رفتارهای کلوئیدها مشابه به محلول‌ها و برخی از رفتارهای آن‌ها نیز مشابه به سوسپانسیون‌ها است. توجه داریم که کلوئیدها در دسته **مخلوط‌های ناهمگن** قرار می‌گیرند.

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۲۱ فرمول پاک‌کننده غیرصابونی به‌صورت $C_mH_{2m+1}C_6H_4SO_3Na$ است. فرمول شیمیایی کلی این مواد را به‌صورت $C_{m+6}H_{2m+5}SO_3Na$ نیز می‌توان نوشت. ساختار این پاک‌کننده غیرصابونی به‌صورت زیر است:

ساختار کلی پاک‌کننده‌های غیرصابونی :



طبق فرض سؤال، در ساختار این پاک‌کننده، شمار اتم‌های هیدروژن ۱/۵ برابر شمار اتم‌های کربن است. بر این اساس، داریم:

$$\frac{\text{شمار اتم‌های هیدروژن}}{\text{شمار اتم‌های کربن}} = \frac{2m+5}{m+6} = 1/5 \Longrightarrow m = 8$$

با توجه به مقدار m، می‌توان گفت در **زنجیره هیدروکربنی** این ماده مجموعاً ۸ پیوند $C-C$ و در ساختار حلقه بنزنی این ماده نیز ۳ پیوند $C-C$ وجود دارد، پس مجموع شمار این پیوندها در ماده مورد نظر برابر با ۱۱ عدد است. فرمول این ماده به‌صورت $C_{14}H_{21}SO_3Na$ بوده و در ساختار هر مول از این ماده، یک مول اتم گوگرد وجود دارد، پس داریم:

$$\text{درصد جرمی گوگرد} = \frac{\text{جرم گوگرد}}{\text{جرم پاک‌کننده}} \times 100 = \frac{1\times32}{292} \times 100 \simeq 10/9 \text{ درصد}$$

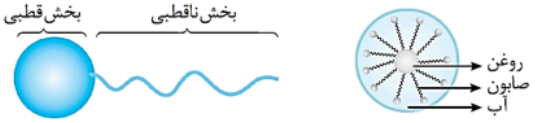
بر این اساس، می‌توان گفت درصد جرمی **گوگرد** در این پاک‌کننده تقریباً برابر با ۱۰/۹ درصد است.

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۲۲ عبارت‌های «الف» و «ت» درست هستند.

بررسی موارد:

الف: مخلوط مورد نظر، نوعی **کلوئید** به شمار رفته و در دیدگاه ذره‌ای، از جمله مخلوط‌های **ناهمگن** به شمار می‌رود. مولکول‌های صابون موجود در این مخلوط از طرف دم **هیدروکربنی** خود(بخش ناقطبی مولکول‌های صابون) به سمت **ذرات روغن**(مولکول‌های ناقطبی) جهت‌گیری پیدا می‌کنند. این مولکول‌ها از طرف بخش **قطبی** مولکول‌های خود نیز به سمت **مولکول‌های آب**(مولکول‌های قطبی) جهت‌گیری پیدا می‌کنند. جهت‌گیری مولکول‌های صابون در مخلوط آب و روغن و ساختار این مولکول‌ها مطابق با تصویر زیر است:



ب: **جوهر نمک** یک پاک‌کننده خورنده با خاصیت **اسیدی** است و رنگ کاغذ pH را **قرمز** می‌کند. از آنجا که آهک(کلسیم اکسید) یک اکسید فلزی با خاصیت بازی است، برخلاف جوهر نمک، رنگ کاغذ pH را **آبی** می‌کند. روند تغییر رنگ کاغذ pH در مجاورت با مواد مختلف به‌صورت زیر است:

تغییر رنگ کاغذ پی‌اچ		
از زرد به آبی	مواد بازی مثل آب‌آهک، محلول سود، مخلوط صابون در آب و خون انسان	
از زرد به قرمز	مواد اسیدی مثل جوهر نمک، سرکه سفید، اسید معده و سولفوریک اسید	

پ: از افزودن مواد گوگرددار به صابون‌ها برای **از بین بردن جوش صورت و همچنین قارچ‌های پوستی** استفاده می‌شود. تأثیر افزودنی‌های مختلف صابون‌ها به شرح زیر است:

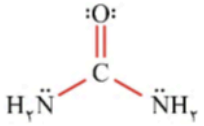
افزودنی‌های صابون		
مواد گوگرددار	از بین بردن جوش صورت و قارچ‌های پوستی	
مواد کلردار	افزایش خاصیت ضدعفونی کنندگی و میکروب‌کشی	
نمک‌های فسفات	افزایش قدرت پاک‌کنندگی صابون در آب‌های سخت	

ت: **آرنیوس** نخستین کسی بود که اسیدها و بازها را بر یک مبنای علمی توصیف کرد. او بر روی رسانایی الکتریکی محلول‌های آبی کار می‌کرد. یافته‌های تجربی آرنیوس نشان داد که محلول اسیدها و بازها رسانای برق هستند، اما میزان رسانایی آنها با یکدیگر یکسان **نبوده** و هر محلول، رسانایی الکتریکی متفاوتی با سایر محلول‌ها دارد. البته، توجه داریم که شواهد تاریخی نشان می‌دهند **پیش** از آنکه ساختار اسیدها و بازها شناخته شود، شیمی‌دان‌ها افزون بر ویژگی‌های اسیدها و بازها، با برخی از واکنش‌های آنها نیز آشنا بودند.

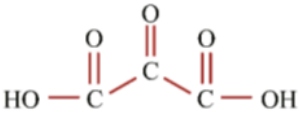
(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۲۳ ساختار اولیه مولکول اوره به‌صورت زیر است:



اگر گروه‌های $-NH_2$ از ذرات اوره را جدا کرده و به‌جای آن‌ها، گروه عاملی کربوکسیل قرار بدهیم، مولکولی با ساختار زیر ایجاد می‌شود:



این ماده، در ساختار خود دارای ۵ اتم اکسیژن بوده و هر اتم اکسیژن نیز دارای ۲ جفت الکترون ناپیوندی است، پس می‌توان گفت در ساختار این ماده مجموعاً ۱۰ جفت الکترون ناپیوندی وجود دارد. این ماده **شدیداً قطبی** بوده و چون توانایی برقرار کردن پیوند هیدروژنی با ذرات آب و ... را دارد، در حلال‌های قطبی مثل آب و اتانول به خوبی حل می‌شود. توجه داریم که به‌عنوان یک قانون کلی، می‌توان گفت **شبیه، شبیه را در خود حل می‌کند**. بر این اساس می‌توان مواد را به چهار دسته تقسیم کرد:

انواع مواد			
	مولکول‌های ناقطبی	برقراری نیروی جاذبه دوقطبی القایی	محلول در حلال ناقطبی
	مولکول‌های قطبی	برقراری نیروی جاذبه دوقطبی	محلول در حلال قطبی
	مولکول‌های دارای H متصل به FON	برقراری پیوند هیدروژنی	محلول در حلال دارای پیوند هیدروژنی
	ترکیب‌های یونی	برقراری جاذبه یونی	اغلب، محلول در آب(حلال قطبی)

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

۲۴ افزودن نمک‌های **فسفات** به شوینده‌ها، موجب **افزایش** قدرت پاک‌کنندگی آن‌ها در آب‌های سخت می‌شود. یون فسفات موجود در این دسته از شوینده‌ها، با یون‌های Mg^{2+} و Ca^{2+} موجود در آب‌های سخت بر اساس معادله‌های زیر واکنش می‌دهد:

$$2PO_4^{3-}(aq) + 3Mg^{2+}(aq) \rightarrow Mg_3(PO_4)_2(s) \quad , \quad 2PO_4^{3-}(aq) + 3Ca^{2+}(aq) \rightarrow Ca_3(PO_4)_2(s)$$

طی این واکنش‌ها، یون‌های Mg^{2+} و Ca^{2+} به شکل رسوب درآمده و از محلول مورد نظر خارج می‌شوند. با خارج‌شدن این کاتیون‌های مزاحم، دیگر اختلالی در کار مولکول‌های صابون ایجاد نمی‌شود و صابون به خوبی کف می‌کند. به عبارت دیگر، می‌توان گفت از واکنش‌های بالا برای از بین بردن سختی آب استفاده می‌شود. در قدم اول، باید غلظت مولی یون کلسیم را در محلول اولیه به‌دست بیاوریم:

$$\text{غلظت مولی : کلسیم کلرید} = \frac{\text{چگالی} \times \text{درصد جرمی} \times 10}{\text{جرم مولی}} = \frac{10 \times 2/22 \times 1/2}{111} = 0/24\ mol.L^{-1} \rightarrow [Ca^{2+}] = 0/24\ mol.L^{-1}$$

هر ۳ مول از کاتیون‌های منیزیم و یا کلسیم، با ۲ مول یون فسفات واکنش داده و از محلول خارج می‌شوند. بر این اساس، می‌توان گفت اگر نماد کلی این کاتیون‌ها را به‌صورت X^{2+} نشان بدهیم، هر ۳ مول کاتیون X^{2+} با ۲ مول یون فسفات واکنش داده و از محلول خارج می‌شود. از طرفی، می‌دانیم که غلظت مولی کاتیون کلسیم در محلول مورد نظر برابر با ۰/۲۴ مول بر لیتر است. بر این اساس، داریم:

$$?\,mol\ PO_4^{3-} = 25\ L\ \text{محلول} \times \frac{0/24\ mol\ Ca^{2+}}{1\ L\ \text{محلول}} \times \frac{2\ mol\ PO_4^{3-}}{3\ mol\ Ca^{2+}} = 4\ mol$$

پس می‌توان گفت برای از بین بردن سختی نمونه ۲۵ لیتری از محلول مورد نظر، به ۴ مول یون فسفات نیاز داریم. این یون، در ساختار ترکیب پتاسیم فسفات وجود دارد، پس داریم:

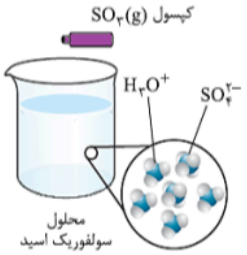
$$?\,mol\ K_3PO_4 = 4\ mol\ PO_4^{3-} \times \frac{1\ mol\ K_3PO_4}{1\ mol\ PO_4^{3-}} = 4\ mol$$

طی این فرایند، مقدار ۲ مول $Ca_3(PO_4)_2$ ایجاد شده و در هر مول از این ماده، تفاوت شمار مول آنیون و کاتیون برابر با یک مول است. بر این اساس، می‌توان گفت در ۲ مول $Ca_3(PO_4)_2$، تفاوت شمار مول آنیون و کاتیون برابر با ۲ مول است.

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۵ **اکسیژن** با آب واکنش **نداده** و به‌صورت مولکولی در آب حل می‌شود، اما گاز گوگرد تری‌اکسید با آب واکنش داده و یون سولفات را تولید می‌کند. واکنش میان گاز گوگرد تری‌اکسید و آب به‌صورت زیر است:



$$SO_3(g) + H_2O(l) \rightarrow H_2SO_4(aq) \rightarrow 2H^+(aq) + SO_4^{2-}(aq)$$

طبق فرض سؤال، درصد حجمی هر گاز در مخلوط اولیه برابر با ۵۰٪ است، پس می‌توان گفت در مخلوط اولیه ۴۴/۸ لیتر از هر گاز وجود دارد. همان‌طور که مشخص است، با حل شدن هر مول گوگرد تری‌اکسید در آب، یک مول یون سولفات در محلول ایجاد می‌شود؛ پس داریم:

$$?\,g\,SO_4^{2-} = 44/8\,L\,SO_3 \times \frac{1\,mol\,SO_3}{22/4\,L\,SO_3} \times \frac{1\,mol\,SO_4^{2-}}{1\,mol\,SO_3} \times \frac{96\,g\,SO_4^{2-}}{1\,mol\,SO_4^{2-}} = 192\,g$$

در قدم بعد، باید غلظت یون سولفات را در محلول مورد نظر محاسبه کنیم. برای به‌دست آوردن غلظت ppm یک محلول، از روابط زیر استفاده می‌کنیم:

$$ppm = \frac{\text{گرم حل شونده}}{\text{گرم محلول}} \times 10^6 \Longrightarrow ppm = \frac{\text{میلی‌گرم حل شونده}}{\text{گرم محلول}} \times 10^3 \Longrightarrow ppm = \frac{\text{میلی‌گرم حل شونده}}{\text{کیلوگرم محلول}}$$

بر این اساس، داریم:

$$ppm = \frac{\text{گرم حل شونده}}{\text{گرم محلول}} \times 10^6 = \frac{192\,g}{50\,kg\ \text{محلول} \times \frac{1000\,g\ \text{محلول}}{1\,kg\ \text{محلول}}} \times 10^6 = 3840\ \text{واحد}$$

با توجه به محاسبات انجام شده، غلظت یون سولفات در محلول حاصل از این فرایند برابر با $3840\ ppm$ است.

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۶ مخلوط مورد نظر، حاوی گازهای هیدروژن کلرید(HCl) و هیدروژن برمید(HBr) است. جرم مولی برم برابر با ۸۰ گرم بر مول بوده و جرم مولی هیدروژن، برابر با یک گرم بر مول است. طبق فرض سؤال، مجموع جرم اتم‌های برم موجود در مخلوط گازی ۱۶ برابر مجموع جرم اتم‌های هیدروژن است، پس می‌توان گفت به ازای هر یک اتم برم موجود در این مخلوط، ۵ اتم هیدروژن وجود دارد. در این حالت، خواهیم داشت:

$$\frac{\text{تعداد اتم برم}}{\text{تعداد اتم هیدروژن}} = \frac{۱}{۵} \Longrightarrow \frac{\text{۸۰ × تعداد اتم برم}}{\text{۱ × تعداد اتم هیدروژن}} = ۱۶ \Longrightarrow \frac{\text{جرم مولی برم × تعداد اتم برم}}{\text{جرم مولی هیدروژن × تعداد اتم هیدروژن}} = \frac{\text{جرم اتم‌های برم}}{\text{جرم اتم‌های هیدروژن}}$$

در ساختار هریک از گازهای هیدروژن کلرید و هیدروژن برمید، یک اتم هیدروژن و یک اتم هالوژن وجود دارد. با توجه به توضیحات داده شده، اگر شمار مول‌های گاز هیدروژن کلرید موجود در مخلوط ۴ برابر شمار مول‌های گاز هیدروژن برمید باشد، به ازای هر یک اتم برم موجود در این مخلوط، ۵ اتم هیدروژن وجود خواهد داشت. در این رابطه، داریم:

$$\text{مخلوط گازی}: \begin{cases} x\ mol\ HBr \rightarrow \begin{cases} x\ mol\ H \\ x\ mol\ Br \end{cases} \\ ۴x\ mol\ HCl \rightarrow \begin{cases} ۴x\ mol\ H \\ ۴x\ mol\ Cl \end{cases} \end{cases} \rightarrow \frac{\text{تعداد اتم برم}}{\text{تعداد اتم هیدروژن}} = \frac{x}{۵x}$$

مقدار $۴x$ مول گاز هیدروژن کلرید موجود در مخلوط اولیه، جرمی معادل با $۱۴۶x$ گرم داشته و مقدار x مول گاز هیدروژن برمید موجود در مخلوط اولیه نیز جرمی معادل با $۸۱x$ گرم دارد. بر این اساس، داریم:

$$\text{جرم مخلوط} = \text{جرم } HCl + \text{جرم } HBr = ۱۴۶x + ۸۱x = ۲۲۷x \text{ گرم}$$

با توجه به محاسبات بالا و اینکه جرم مخلوط گازی اولیه برابر با ۲۲/۷ گرم بوده است، خواهیم داشت:

$$\text{جرم مخلوط} = ۲۲۷x = ۲۲/۷ \Longrightarrow x = ۰/۱\ mol$$

بر این اساس، می‌توان گفت در مخلوط گازی اولیه ۰/۴ مول گاز هیدروژن کلرید و ۰/۱ مول گاز هیدروژن برمید وجود داشته است. این دو اسید، از جمله اسیدهای قوی بوده و به‌صورت کامل در محلول یونیده می‌شوند و یون‌های هیدروژن را تولید می‌کنند. مجموعاً ۰/۵ مول اسید در محلول حل شده است، پس طی این فرایند ۰/۵ مول یون هیدروژن نیز در محلول تولید خواهد شد. بر این اساس، داریم:

$$[H^+] = \frac{\text{مول } H^+}{\text{لیتر محلول}} = \frac{۰/۵\ mol\ H^+}{۲۵\ L \text{ محلول}} = ۰/۰۲\ mol.L^{-۱}$$

در قدم بعد، pH محلول مورد نظر را محاسبه می‌کنیم:

$$pH = -\log[H^+] = -\log(۰/۰۲) = ۱/۷$$

در قدم بعد، مقدار pH محلول استیک اسید را محاسبه می‌کنیم:

$$[H^+] = M \times \alpha \times n = ۰/۰۴ \times ۰/۰۱ \times ۱ = ۴ \times ۱۰^{-۴}\ mol.L^{-۱}$$
$$pH = -\log(۴ \times ۱۰^{-۴}) \rightarrow pH = ۴ - ۲log(۲) = ۴ - (۲ \times ۰/۳) = ۳/۴$$

بر این اساس، می‌توان گفت مقدار pH محلول اولیه نصف مقدار pH محلول استیک اسید است.

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۷ بر اساس مشاهدات تجربی، نمونه‌ای از آب **خالص**، رسانایی الکتریکی **ناچیزی** دارد که وجود آن را به حضور مقدار بسیار اندکی از یون‌های **هیدروکسید** و **هیدروژن**(یا همان هیدرونیوم) در آب خالص نسبت می‌دهند. یون‌های موردنظر، براساس واکنش $H_2O(l) \rightleftharpoons H^+(aq) + OH^-(aq)$ در آب تولید می‌شوند. ثابت تعادل این واکنش به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$H_2O(l) \rightleftharpoons OH^-(aq) + H^+(aq) \qquad K = K_W = [OH^-] \times [H^+]$$

آزمایش‌های مختلف نشان می‌دهد که مقدار K_W در **دمای اتاق**(دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد)، برابر با $10^{-14} mol^2.L^{-2}$ است که این مقدار، همانند ثابت تعادل سایر واکنش‌ها، فقط و فقط تابع **دما** است. از آن‌جا که در آب خالص، همواره غلظت یون‌های هیدروژن و هیدروکسید **با هم برابر هستند**، خواهیم داشت:

$$K_W = [H^+] \times [OH^-] = 10^{-14} \xrightarrow{[H^+]=[OH^-]} 10^{-14} = [H^+]^2 \Rightarrow [H^+] = 10^{-7} mol.L^{-1}$$

طبق فرض سؤال، مقدار K_W در شرایط داده شده برابر با $10^{-16} mol^2.L^{-2}$ است. از آن‌جا که در آب خالص، غلظت یون‌های هیدروژن و هیدروکسید با هم برابر هستند، خواهیم داشت:

$$K_W = [H^+] \times [OH^-] = 10^{-16} \xrightarrow{[H^+]=[OH^-]} 10^{-16} = [H^+]^2 \Rightarrow [H^+] = 10^{-8} mol.L^{-1}$$

در قدم بعد، pH آب خالص را در دمای مورد نظر محاسبه می‌کنیم:

$$pH = -\log[H^+] = -\log(10^{-8}) = 8$$

بر این اساس، می‌توان گفت pH این محلول، ۰/۲۵ برابر pH یک نمونه از آب خالص، معادل با ۲ است. در رابطه با این محلول، داریم:

$$[H^+] = 10^{-pH} = 10^{-2} = 10^{-2} mol.L^{-1} \xrightarrow{\text{هیدروکلریک اسید یک اسید قوی بوده و درجه یونش آن برابر با ۱ است}} [HCl] = 10^{-2} mol.L^{-1}$$

معادله واکنش انجام شده به‌صورت زیر است:

$$Li_2CO_3(s) + 2HCl(aq) \rightarrow 2LiCl(aq) + H_2O(l) + CO_2(g)$$

بر این اساس، داریم:

$$?\,mg\ Li_2CO_3 = 1\ L\ \text{محلول} \times \frac{0/01\ mol\ HCl}{1\ L\ \text{محلول}} \times \frac{1\ mol\ Li_2CO_3}{2\ mol\ HCl} \times \frac{74\ g\ Li_2CO_3}{1\ mol\ Li_2CO_3} \times \frac{1000\ mg\ Li_2CO_3}{1\ g\ Li_2CO_3} = 370\ mg$$

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۲۸ همانند محلول‌ها، ذره‌های سازندهٔ کلوئیدها پس از مدتی ماندگاری ته‌نشین **نمی‌شوند**؛ به عبارت دیگر، کلوئیدها از جمله مخلوط‌های **پایدار** هستند. دلیل پایداری کلوئیدها، بار سطحی ذرات سازنده آن‌ها است. با نزدیک شدن ذرات سازنده کلوئیدها به یکدیگر، این ذرات به‌خاطر بار سطحی خود یکدیگر را دفع کرده و مجدداً از هم دور می‌شوند و به همین خاطر، این ذرات هرگز ته‌نشین نمی‌شوند. این ویژگی ظاهری باعث می‌شود که بتوان رفتار کلوئیدها را رفتاری بین محلول‌ها و سوسپانسیون‌ها در نظر گرفت. ویژگی‌های مهم کلوئیدها در مقایسه با سایر مخلوط‌ها به‌صورت زیر است:

ویژگی	مخلوط ناهمگن (سوسپانسیون)	کلوئید	مخلوط همگن (محلول)
عبور نور	نور را پخش می‌کند.	نور را پخش می‌کند.	نور را عبور می‌دهد.
همگن بودن	ناهمگن است.	ناهمگن است.	همگن است.
پایداری	ناپایدار است.	پایدار است.	پایدار است.
نوع ذره	ذره‌ها و قطعات مجزا	مولکول‌های بزرگ یا توده‌های مولکولی	یون‌ها یا مولکول‌ها

کلوئیدها

چون کلوئیدها در برخی از ویژگی‌ها مثل پایداری مشابه محلول‌ها بوده و در برخی ویژگی‌ها مثل پخش کردن نور و پخش ناهمگون ذرات در واحد حجم، مشابه مخلوط‌های ناهمگن(سوسپانسیون‌ها) هستند، می‌توان آن‌ها را مانند پلی بین مخلوط‌های ناهمگن و محلول‌ها در نظر گرفت. سوسپانسیون‌ها، نوعی از مخلوط‌های ناهمگن به شمار می‌روند. به‌عنوان مثال، شربت معده(یا همان ضد اسیدهای معده‌ای)، یک نوع سوسپانسیون است. این مخلوط، با گذشت زمان ته‌نشین می‌شود و به همین خاطر، پیش از مصرف باید تکان داده شود.

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۹ نوع و میزان یون‌های موجود در آب، بر قدرت پاک‌کنندگی صابون‌ها تأثیر بسزایی دارد. در صورتی که آب مورد استفاده برای شست‌وشوی لباس‌ها، حاوی کاتیون‌های **کلسیم** و **منیزیم** باشد(به چنین آب‌هایی، به اصطلاح آب سخت گفته می‌شود)، قدرت پاک‌کنندگی صابون **کاهش** پیدا می‌کند. همان‌طور که می‌دانیم، یون منیزیم در آرایش الکترونی خود دارای ۲ لایه پر از الکترون است. یون کلسیم نیز در آرایش الکترونی خود دارای ۲ لایه پر از الکترون است. آرایش الکترونی این دو یون تک‌اتمی به‌صورت زیر است:

$$_{12}Mg^{2+}: 1s^2 2s^2 2p^6 \quad , \quad _{20}Ca^{2+}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$$

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ نحوه عملکرد صابون‌ها به دو بخش قطبی و ناقطبی آن‌ها بستگی دارد که هر دو، در بخش **آنیونی** صابون قرار دارند. توجه داریم که کاتیون موجود در صابون، فقط بر حالت فیزیکی آن تأثیر دارد و تأثیری روی قدرت پاک‌کنندگی صابون **ندارد**. پس از ورود صابون به محیط آبی، آنیون و کاتیون از هم جدا شده و کاتیون توسط ذرات آب موجود در محلول، آبپوشیده می‌شود.

۲ روغن زیتون، یک استر سنگین به حالت مایع است. فرمول شیمیایی روغن زیتون به‌صورت $C_{57}H_{104}O_6$ است. در ساختار هریک از مولکول‌های سازنده این ماده، ۶ اتم اکسیژن در قالب ۳ گروه عاملی استری وجود داشته و هر اتم اکسیژن نیز دارای ۲ جفت الکترون ناپیوندی است؛ پس به‌طور کلی هر مولکول روغن زیتون ۱۲ جفت الکترون ناپیوندی دارد.

۴ چربی‌ها مخلوطی از اسیدهای چرب و استرهای بلند زنجیر هستند که بخش ناقطبی آن‌ها (زنجیره‌های هیدروکربنی موجود در ساختار مولکولی اسیدهای چرب و استرهای سنگین) بر بخش قطبی‌شان غلبه دارد و در نتیجه نیروی بین مولکولی غالب در آن‌ها از نوع واندروالسی است.

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۳۰ فرمول شیمیایی گاز گوگرد تری‌اکسید به‌صورت SO_3 بوده و در ساختار هر مول از این ماده، یک مول اتم گوگرد(معادل با ۳۲ گرم اتم گوگرد) و ۳ مول اتم اکسیژن(معادل با ۴۸ گرم اتم اکسیژن) وجود دارد. بر این اساس، می‌توان گفت تفاوت جرم اتم‌های گوگرد و اکسیژن موجود در ساختار هر مول گاز SO_3، برابر با ۱۶ گرم است. با توجه به توضیحات داده شده، مقدار مول گاز SO_3 اولیه را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,mol\,SO_3 = 3/2\,g \text{ تفاوت جرم} \times \frac{1\,mol\,SO_3}{16\,g \text{ تفاوت جرم}} = 0/2\,mol$$

گاز SO_3 از جمله اکسیدهای **اسیدی** بوده و بر اساس معادله زیر با آب واکنش می‌دهد و سولفوریک اسید را تولید می‌کند:

$$SO_3(g) + H_2O(l) \rightarrow H_2SO_4(aq) \rightarrow SO_4^{2-}(aq) + 2H^+(aq)$$

همان‌طور که مشخص است، بر اثر یونش هر مول سولفوریک اسید در محلول، ۲ مول یون هیدروژن تولید می‌شود، پس می‌توان گفت بر اثر واکنش هر مول گاز SO_3 با آب، ۲ مول یون هیدروژن در محلول تولید می‌شود. بر این اساس، مقدار مول یون هیدروژن تولید شده در محلول نهایی را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,mol\,H^+ = 0/2\,mol\,SO_3 \times \frac{2\,mol\,H^+}{1\,mol\,SO_3} = 0/4\,mol$$

طبق فرض سؤال، مقدار pH محلول نهایی برابر با ۲ است. در رابطه با این محلول، داریم:

$$[H^+] = 10^{-pH} = 10^{-2} = 10^{-2} mol.L^{-1}$$

در قدم آخر، با توجه به مقدار مول یون هیدروژن و غلظت این یون در محلول، حجم محلول را محاسبه می‌کنیم:

$$[H^+] = \frac{\text{مول } H^+}{\text{لیتر محلول}} \Longrightarrow 0/01 = \frac{0/4\,mol\,H^+}{V\,L \text{ محلول}} \Longrightarrow V = 40\,L$$

با توجه به محاسبات انجام شده، حجم محلول مورد نظر برابر با ۴۰ لیتر است.

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۱ ترکیب مورد نظر، در ساختار مولکولی خود دارای ۱۰ اتم کربن، ۲ اتم اکسیژن، ۲ پیوند دوگانه(یک پیوند در ساختار حلقه کربنی و یک پیوند نیز در ساختار گروه عاملی کربوکسیل) و دو حلقه کربنی است. فرمول شیمیایی این ماده به‌صورت $C_{۱۰}H_{۱۴}O_۲$ بوده و جرم مولی این ماده نیز برابر با ۱۶۶ گرم است. در قدم اول، مقدار مول و غلظت اولیه این ماده در محلول ایجاد شده را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,mol\ C_{۱۰}H_{۱۴}O_۲ = ۱۶/۶\ g\ C_{۱۰}H_{۱۴}O_۲ \times \frac{۱\ mol\ C_{۱۰}H_{۱۴}O_۲}{۱۶۶\ g\ C_{۱۰}H_{۱۴}O_۲} = ۰/۱\ mol$$

$$[C_{۱۰}H_{۱۴}O_۲] = \frac{\text{مول } C_{۱۰}H_{۱۴}O_۲}{\text{لیتر محلول}} = \frac{۰/۱\ mol\ C_{۱۰}H_{۱۴}O_۲}{۵۰\ L\ \text{محلول}} = ۰/۰۰۲\ mol.L^{-۱}$$

ماده داده شده، نوعی کربوکسیلیک اسید بوده و همانند سایر اسیدهای آلی، از جمله اسیدهای ضعیف به شمار می‌رود. این ماده به‌صورت زیر در محلول خود یونش پیدا می‌کند:

$$C_{۱۰}H_{۱۴}O_۲(aq) \rightleftharpoons C_{۱۰}H_{۱۳}O_۲^-(aq) + H^+(aq)$$

بر این اساس، داریم:

$$K_a = \frac{[H^+] \times [C_{۱۰}H_{۱۳}O_۲^-]}{[C_{۱۰}H_{۱۴}O_۲]} \xrightarrow{[H^+]=[C_{۱۰}H_{۱۳}O_۲^-]} K_a = \frac{[H^+]^۲}{[C_{۱۰}H_{۱۴}O_۲]}$$

غلظت اولیه اسید در محلول مورد نظر، برابر با ۰/۰۰۲ مول بر لیتر بوده است. اگر غلظت x مول بر لیتر از این اسید یونش یافته و باقی آن در محلول باقی‌مانده باشد، مقدار $[H^+]$ در محلول برابر با x مول بر لیتر شده و مقدار غلظت اسید باقیمانده در محلول یا همان $[C_{۱۰}H_{۱۴}O_۲]$ نیز برابر با $۰/۰۰۲ - x$ مول بر لیتر می‌شود. موارد گفته‌شده، در جدول زیر نشان داده شده است:

	$C_{۱۰}H_{۱۴}O_۲(aq)$	$\rightleftharpoons$ $C_{۱۰}H_{۱۳}O_۲^-(aq)$	$+$ $H^+(aq)$
غلظت اولیه	۰/۰۰۲	۰	۰
تغییر غلظت	$-x$	$+x$	$+x$
غلظت نهایی	$۰/۰۰۲ - x$	x	x

بر این اساس، داریم:

$$K_a = \frac{[C_{۱۰}H_{۱۳}O_۲^-]^۲}{[C_{۱۰}H_{۱۴}O_۲]} \Longrightarrow ۱۰^{-۴} = \frac{x^۲}{۰/۰۰۲ - x} \Longrightarrow x = ۰/۰۰۰۴\ mol.L^{-۱}$$

با توجه به مقدار مؤلفه x، غلظت یون هیدروژن در محلول نهایی ایجاد شده برابر با ۰/۰۰۰۴ مول بر لیتر است، پس داریم:

$$pH = -\log(۴ \times ۱۰^{-۴}) \rightarrow pH = ۴ - ۲log(۲) = ۴ - (۲ \times ۰/۳) = ۳/۴$$

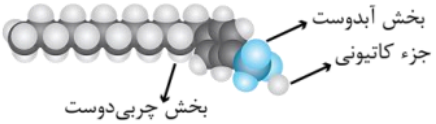
(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

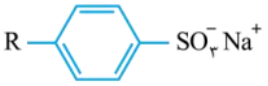
SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۲ پاک‌کننده‌های صابونی، نمک آمونیوم، پتاسیم و یا سدیم اسیدهای چرب هستند. این مواد خاصیت **بازی**($pH > ۷$) داشته و در برخورد با کاغذ pH، رنگ این کاغذ را از زرد به **آبی** تغییر می‌دهند. این مواد پس از ورود به آب، غلظت یون هیدروکسید را افزایش داده و غلظت یون هیدرونیوم را کاهش می‌دهند. به همین خاطر است که این پاک‌کننده‌ها مزه تلخ دارند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ شیمی‌دان‌ها، پاک‌کننده‌های غیر صابونی را با استفاده از **بنزن** و دیگر مواد اولیه در صنایع **پتروشیمی** و طی واکنش‌های پیچیده تولید می‌کنند. تصویر زیر، ساختار پاک‌کننده‌های غیر صابونی را نشان می‌دهد:





۳ کلوئیدها از توده‌های مولکولی با اندازه‌های **متفاوت** تشکیل شده‌اند و اندازه ذرات موجود در ساختار آن‌ها کوچک‌تر از سوسپانسیون‌ها است و از این رو **کم‌تر** از سوسپانسیون‌ها نور را پخش می‌کنند. اندازه و ویژگی‌های سطحی ذرات سازنده کلوئیدها به گونه‌ای است که این ذرات با گذشت زمان ته‌نشین **نمی‌شوند**؛ درنتیجه می‌توان گفت که کلوئیدها، همانند محلول‌ها، از جمله مواد پایدار هستند. انواع رنگ‌ها(مانند رنگ‌های پوششی) و چسب‌ها، سرامیک‌ها، شیر، ژله و سس مایونز نمونه‌هایی از کلوئیدها و شربت معده و آب گل‌آلود نیز نمونه‌هایی از سوسپانسیون‌ها هستند.

۴ نوعی از پاک‌کننده‌های خورنده که به شکل پودر عرضه می‌شوند، شامل مخلوط سدیم هیدروکسید و پودر آلومینیم است. از این پاک‌کننده برای باز کردن مجاری مسدودشده توسط رسوب و تجمع چربی‌ها در برخی وسایل و دستگاه‌های صنعتی استفاده می‌شود. سدیم هیدروکسید موجود در این پاک‌کننده‌ها، رسوب‌های ایجادشده را به حالت محلول درآورده و سبب پاک‌شدن آن‌ها از محیط می‌شود. علاوه‌بر این، محتویات پاک‌کننده موردنظر براساس معادله زیر با آب واکنش می‌دهد:

$$\text{گرما} + \text{فراورده‌های دیگر} \left(NaAl(OH)_۴\right) + \text{گاز هیدروژن} \rightarrow \text{آب} + \text{پاک‌کننده (پودر آلومینیم و سدیم هیدروکسید)}$$

همان‌طور که مشخص است، طی این واکنش گاز هیدروژن و گرما تولید می‌شود. گاز هیدروژن و گرمای حاصل از این واکنش، به نفوذ بهتر پاک‌کننده به درون آلودگی‌ها کمک کرده و قدرت پاک‌کنندگی آن را افزایش می‌دهد.

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۳ عبارت‌های (الف) و (پ) درست هستند.

بررسی موارد:

الف: مقایسه قدرت اسیدی برخی از مواد مطرح شده در کتاب درسی به شرح زیر است:

قدرت اسیدی بیشتر ← نیتریک اسید ← نیترواسید ← فورمیک اسید ← استیک اسید ← هیدروسیانیک اسید ← قدرت اسیدی کمتر

با توجه به تصویر بالا، نیتریک اسید در مقایسه با نیترواسید قدرت اسیدی **بالاتری** داشته و مجموع غلظت مولی یون‌ها در محلول حاصل از آن بیشتر است؛ پس می‌توان گفت در دما و غلظت یکسان، خاصیت اسیدی و رسانایی الکتریکی محلول نیتریک اسید بیشتر از خاصیت اسیدی و رسانایی الکتریکی محلول نیترواسید است. در چنین حالتی، pH محلول نیتریک اسید کمتر از محلول نیترواسید خواهد بود.

ب: رسانایی هر محلول، تحت تأثیر مجموع غلظت مولی **یون‌های** موجود در آن محلول است. با افزایش غلظت مولی آنیون‌ها و کاتیون‌ها در یک محلول، رسانایی آن محلول افزایش پیدا می‌کند. فرمول شیمیایی کروم(III) نیترات به‌صورت $Cr(NO_3)_3$ است. در هر واحد فرمولی کروم(III) نیترات، ۴ یون و در هر واحد فرمولی منیزیم کلرید($MgCl_2$) نیز ۳ یون وجود دارد، پس می‌توان گفت مجموع غلظت مولی یون‌ها در محلول یک مولار کروم(III) نیترات از محلول یک مولار منیزیم کلرید بیشتر است و این محلول رسانایی الکتریکی بیشتری دارد.

پ: دیواره معده به‌صورت طبیعی، مقداری ترکیب اسیدی را ترشح می‌کند. اسید معده که نام شیمیایی آن هیدروکلریک اسید است، دو عملکرد مهم دارد که باید آن‌ها را بلد باشید. این موارد عبارت هستند از:

۱. موجب فعال کردن آنزیم‌ها برای تجزیه مواد غذایی می‌شود.

۲. جانداران ذره‌بینی موجود در غذا را از بین می‌برد.

توجه داریم که دلیل سوزش معده، برگشت مقداری از محتویات اسیدی معده به لولهٔ مری است.

بررسی شیمی معده

با ورود غذا به معده انسان، غدد موجود در دیواره معده برای از بین بردن میکروب‌های موجود در غذاها و فعال کردن آنزیم‌های گوارشی، شروع به ترشح هیدروکلریک اسید می‌کنند. در بدن انسان بالغ، روزانه بین ۲ تا ۳ لیتر شیره معده تولید می‌شود که غلظت یون هیدرونیوم در آن حدوداً برابر با ۰/۰۳ مول بر لیتر است. بر این اساس، می‌توان گفت pH اسید ترشح‌شده در معده تقریباً برابر ۱/۵ است و به همین خاطر، فضای درون معده را می‌توان یک محیط اسیدی به حساب آورد؛ به‌طوری که این اسید می‌تواند فلز روی را در خود حل کند. دیواره داخلی معده، به‌طور طبیعی مقدار اندکی از یون‌های هیدرونیوم ترشح‌شده را مجدداً جذب می‌کند. این فرایند، سبب نابودی برخی از سلول‌های سازنده دیواره معده می‌شود. در این شرایط، اگر مقدار اسید موجود در معده به هر دلیلی بیش از اندازه باشد، مقدار یون‌های هیدرونیوم جذب‌شده توسط دیواره معده بیشتر شده و مقدار بیشتری از سلول‌های دیواره معده آسیب می‌بینند. آسیب به سلول‌های دیواره معده، سبب درد، التهاب و گاهی خونریزی معده می‌شود.

ت: آب گازدار، یک محلول اسیدی و خون موجود در رگ‌های بدن یک محلول بازی است. محلول‌های اسیدی دارای pH کوچک‌تر از ۷ بوده و محلول‌های بازی نیز دارای pH بزرگ‌تر از ۷ هستند.

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۳۴ اسیدهای چرب، از جمله مواد اسیدی بوده و بر اساس معادله زیر، با سدیم هیدروکسید(سود) واکنش داده و صابون تولید می‌کنند:

$$\text{اسید چرب} + \text{سدیم هیدروکسید} \rightarrow \text{صابون} + \text{آب}$$

معادله واکنش انجام شده بین اسید چرب داده شده با محلول سود به‌صورت زیر است:

$$C_{17}H_{29}COOH(s) + NaOH(aq) \rightarrow C_{17}H_{29}COONa(aq) + H_2O(l)$$

ابتدا تعداد مول اسید چرب و سود شرکت‌کننده در واکنش را حساب می‌کنیم. بر این اساس، داریم:

$$?\,mol\ \text{اسید چرب} = ۱۱۱/۲\ mg\ \text{اسید چرب} \times \frac{۱\ g\ \text{اسید چرب}}{۱۰۰۰\ mg\ \text{اسید چرب}} \times \frac{۱\ mol\ \text{اسید چرب}}{۲۷۸\ g\ \text{اسید چرب}} = ۰/۰۰۰۴\ mol$$

$$\text{غلظت مولی سود} = \frac{۱۰ad}{\text{جرم مولی}} = \frac{۱۰ \times ۸ \times ۱/۲}{۴۰} = ۲/۴ mol.L^{-1} \quad \rightarrow \quad ?\,mol\ \text{سود} = ۲/۴ mol.L^{-1} \times \left(\frac{۲/۵}{۱۰۰۰}\right) L = ۰/۰۰۶\ mol$$

هر مول اسید چرب، با یک مول سود واکنش می‌دهد، پس می‌توان گفت از ۰/۰۰۶ مول سود اولیه، ۰/۰۰۰۴ مول در واکنش شرکت کرده و ۰/۰۰۵۶ از آن باقی می‌ماند، بنابراین داریم:

$$\text{درصد شرکت کرده از سود در واکنش} = \left(\frac{۰/۰۰۰۴}{۰/۰۰۶}\right) \times ۱۰۰ \simeq ۶/۶۷\ \text{درصد}$$

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

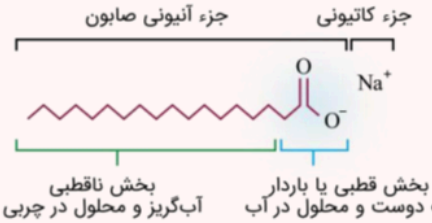
SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۵ در ساختار صابون‌ها، یک زنجیره آلکیل به بخش قطبی(گروه $-COO^-$) متصل شده است. تعداد اتم کربن زنجیر آلکیلی(زنجیری با فرمول C_nH_{2n+1}) برابر با ۱۶ عدد بوده و درنتیجه فرمول شیمیایی صابون موردنظر به‌صورت $C_{17}H_{33}O_2Na$ خواهد بود. بر این اساس، در رابطه با صابون مورد نظر داریم:

$$\text{جرم مولی صابون موردنظر} = (17\times 12)+(33\times 1)+(2\times 16)+23 = 292\,g.mol^{-1}$$

ساختار صابون‌ها

صابون‌های جامد، نمک سدیم اسیدهای چرب هستند و می‌توان آن‌ها را با فرمول کلی $RCOONa$ نشان داد که در آن گروه R نشان‌دهندهٔ یک زنجیر هیدروکربنی بلند است. اگر R زنجیر آلکیلی باشد، فرمول کلی این صابون‌ها به‌صورت $C_{n+1}H_{2n+1}O_2Na$ خواهد بود. فرمول ساختاری این نوع از صابون‌ها به‌صورت زیر خواهد بود:



توجه داریم که بین بخش آنیونی و کاتیونی صابون، پیوند یونی و بین بخش ناقطبی و قطبی از بخش آنیونی صابون، پیوند اشتراکی وجود دارد.

واکنش کلی صابون جامد با محلول منیزیم کلرید به‌صورت زیر است:

$$2RCOONa(s)+MgCl_2(aq)\longrightarrow (RCOO)_2Mg(s)+2\,NaCl(aq)$$

بنابراین مقدار مول موردنیاز از $MgCl_2$ موجود در محلول برابر خواهد بود با:

$$?\,mol\,MgCl_2 = 8.6\,g\ \text{صابون}\times\frac{1\,mol\ \text{صابون}}{292\,g\ \text{صابون}}\times\frac{1\,mol\,MgCl_2}{2\,mol\ \text{صابون}} = 0.15\,mol$$

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

۳۶ عبارت‌های (الف) و (ب) درست هستند.

بررسی موارد:

الف: **اغلب** اکسیدهای نافلزی مثل کربن دی‌اکسید و گوگرد تری‌اکسید، خاصیت اسیدی دارند؛ اما برخی اکسیدهای نافلزی مثل CO و NO خنثی بوده و چون اصلاً با آب واکنش نمی‌دهند، در اثر حل شدن در آب، محلول‌هایی با $pH=7$ ایجاد می‌کنند.

ب: هیدروفلوئوریک اسید یک اسید **ضعیف** است که در آب به‌طور **ناقص** یونیده می‌شود. هنگامی که محلول این اسید ضعیف در مسیر یک مدار الکتریکی قرار بگیرد، آنیون‌ها(یون فلوئورید، یا همان یونی که اندازه بزرگ‌تری دارد) به سمت قطب مثبت و کاتیون‌ها(یون هیدرونیوم، یا همان یونی که اندازه کوچک‌تری دارد) به سمت قطب منفی حرکت می‌کنند.

پ: نیتروواسید یا همان HNO_2، یک اسید **ضعیف** بوده و در آب به‌صورت جزئی به یون‌های H^+ و NO_2^- تفکیک می‌شود؛ پس غلظت آنیون حاصل از یونش این اسید، کمتر از غلظت اولیه اسید حل شده در محلول خواهد بود؛ بنابراین داریم:

$$[NO_2^-] < 0.1\,mol.L^{-1}$$

ت: فرض کنید غلظت هیدروکلریک اسید برابر M باشد. بر این اساس، داریم:

$$[H^+]_1 = M\times\alpha = M\times 1 = M \xrightarrow{\text{پس از دو برابر کردن حجم محلول}} [H^+]_2 = \frac{M}{2}$$

بنابراین pH محلول از $-\log M$ به $-\log\frac{M}{2}$ می‌رسد؛ پس داریم:

$$pH_2 = -(\log M-\log 2) = \underbrace{-\log M}_{pH_1}+\underbrace{\log 2}_{0.3} = pH_1+0.3$$

با توجه به محاسبات بالا، مقدار pH محلول به اندازه ۰/۳ واحد افزایش یافته است.

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۳۷ چرک‌های موجود بر روی لباس و پوست بدن، غالباً از جنس چربی‌ها هستند. چربی‌ها، مخلوطی از اسیدهای چرب(کربوکسیلیک اسیدهایی با زنجیر بلند کربنی و جرم مولکولی زیاد) و استرهای بلندزنجیر (استرهایی با جرم مولی زیاد) هستند. اسیدهای چرب کربوکسیلیک اسیدهایی با زنجیر بلند کربنی(زنجیر کربنی که بیش از ۱۰ اتم کربن را در خود جا داده است) و جرم مولکولی زیاد هستند. فرمول شیمیایی کلی این مواد به شرط **سیرشده** و **غیرحلقوی** بودن زنجیر کربنی در آن‌ها، به‌صورت $C_nH_{۲n}O_۲$ است. اگر یک اسید چرب سیرشده دارای ۱۶ اتم کربن باشد، فرمول شیمیایی آن به‌صورت $C_{۱۶}H_{۳۲}O_۲$ می‌شود. فرمول شیمیایی یک دی‌الکل(الکلی که در ساختار خود دارای ۲ گروه عاملی هیدروکسیل است) با ۱۶ اتم کربن و یک پیوند $C = C$ نیز به‌صورت $C_{۱۶}H_{۳۲}O_۲$ خواهد بود که این فرمول شیمیایی، مشابه فرمول شیمیایی اسید چرب مورد نظر است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ اگر یک اسید چرب سیرشده دارای ۱۸ اتم کربن باشد، فرمول شیمیایی آن به‌صورت $C_{۱۸}H_{۳۶}O_۲$ می‌شود. فرمول شیمیایی نوعی استر ۱۸ کربنه با ۲ پیوند اشتراکی $C = C$، به‌صورت $C_{۱۸}H_{۳۲}O_۲$ خواهد شد.

۲ شمار اتم‌های کربن در ساختار اسیدهای چرب باید زیاد باشد، پس یک اسید چرب هرگز نمی‌تواند فرمول شیمیایی مشابهی با یک ترکیب آلی که فقط ۶ اتم کربن دارد، داشته باشد.

۴ اگر یک اسید چرب سیرشده دارای ۱۸ اتم کربن باشد، فرمول شیمیایی آن به‌صورت $C_{۱۸}H_{۳۶}O_۲$ می‌شود. فرمول شیمیایی نوعی ترکیب اتری سیرشده با ۱۸ اتم کربن، به‌صورت $C_{۱۸}H_{۳۸}O$ خواهد شد.

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

۳۸ برای تبدیل غلظت ppm یک ماده خاص در محلول به غلظت مولی آن ماده، از رابطه زیر استفاده می‌کنیم:

$$\text{غلظت مولی} = \frac{\text{غلظت } ppm \times \text{چگالی}}{\text{جرم مولی} \times ۱۰۰۰}$$

با توجه به رابطه بالا، غلظت مولی آنیون A^- را در محلول مورد نظر محاسبه می‌کنیم.

$$[A^-] = \frac{۴۸۰ \times ۱/۲۵}{۱۰۰۰ \times ۶۰} = ۰/۰۱\ mol.L^{-۱}$$

با دقت در تصویر داده شده، در محلول مورد نظر ۳ ذره از یون A^-، ۳ ذره از یون H^+ و دو ذره از مولکول HA وجود دارد. از طرفی، محاسبه کردیم که غلظت مولی یون A^- در محلول برابر با ۰/۰۱ مول بر لیتر است. بر این اساس، داریم:

$$pH = -\log[H^+] = -\log(۰/۰۱) = ۲$$

می‌دانیم که غلظت مولی هر ماده متناسب با تعداد ذرات آن ماده است. بر این اساس، می‌توان گفت غلظت مولی یون H^+ و مولکول HA نیز در محلول مورد نظر به‌ترتیب برابر با ۰/۰۱ و $\frac{۲}{۳} \times ۰/۰۱ = \frac{۲}{۳۰۰}$ مول بر لیتر می‌شود. در رابطه با ثابت یونش این محلول، داریم:

$$K_a = \frac{[H^+] \times [A^-]}{[HA]} = \frac{۰/۰۱ \times ۰/۰۱}{\frac{۲}{۳۰۰}} = ۰/۰۱۵\ mol.L^{-۱}$$

بر اساس تصویر داده شده، توجه داریم که درجه یونش اسید در محلول مورد نظر، برابر با ۰/۶ معادل با ۶۰٪ است.

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۳۹ با مخلوط کردن دو محلول اسیدی متفاوت، به‌یقین یک محلول اسیدی تولید خواهد شد. در قدم اول، غلظت یون هیدروژن در محلول ۴ لیتری را محاسبه کرده و شمار مول‌های یون هیدروژن موجود در این محلول را به‌دست می‌آوریم:

$$[H^+] = ۱۰^{-pH} = ۱۰^{-۰} = ۱\ mol.L^{-۱}$$

$$?\,mol\ H^+ = ۴\ L\ \text{محلول} \times \frac{۱\ mol\ H^+}{۱\ L\ \text{محلول}} = ۴\ mol$$

در مرحله بعد، شمار مول‌های یون هیدروژن را در محلول ۵ لیتری به‌دست می‌آوریم:

$$?\,mol\ H^+ = ۵\ L\ \text{محلول} \times \frac{۰/۱\ mol\ H^+}{۱\ L\ \text{محلول}} = ۰/۵\ mol$$

در قدم آخر، غلظت یون هیدروژن را در محلول نهایی محاسبه کرده و پس از آن، مقدار pH این محلول را به‌دست می‌آوریم:

$$[H^+] = \frac{\text{مجموع شمار مول‌های } H^+}{\text{حجم محلول}} = \frac{۴ + ۰/۵}{۴ + ۵} = \frac{۴/۵}{۹} = ۰/۵\ mol.L^{-۱}$$

$$pH = -\log[H^+] = -\log(۰/۵) = \log(۲) = ۰/۳$$

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۴۰ عبارت‌های (الف)، (پ) و (ت) درست هستند.

بررسی موارد:

الف: حفاری‌های باستانی از شهر بابِل نشان می‌دهد که چند هزار سال پیش از میلاد، انسان‌ها به همراه آب از موادی شبیه به صابون امروزی برای نظافت و پاکیزگی استفاده می‌کردند. نیاکان ما به تجربه پی‌برده بودند که اگر ظرف‌های چرب را به خاکستر آغشته کرده و سپس با آب گرم شست‌وشو دهند، این ظروف آسان‌تر تمیز می‌شوند. در واقع، خاکستر حاوی برخی از فلزهای قلیایی بوده و در تماس با چربی‌ها، صابون تولید می‌کند.

ب: شاخص امید به زندگی نشان می‌دهد با توجه به خطراتی که انسان‌ها در طول زندگی با آن مواجه هستند، به‌طور **میانگین** چند سال در این جهان زندگی می‌کنند. امید به زندگی شاخصی است که در کشورهای گوناگون و حتی در شهرهای یک کشور نیز با هم تفاوت دارد، زیرا این شاخص به عوامل گوناگونی بستگی دارد. مقدار این شاخص در سطح جهان، در حال حاضر تقریباً برابر با ۶۵ سال است.

پ: بنزین، مخلوطی از آلکان‌های مختلف است که با فرمول مولکولی تقریبی C_8H_{18} مشخص می‌شود. بر این اساس، می‌توان گفت بنزین از ذرات ناقطبی ساخته شده و نسبت شمار اتم‌های هیدروژن به کربن در آن، $\frac{۳}{۴} = ۰/۷۵$ برابر اتیلن‌گلیکول است. توجه داریم که اتیلن گلیکول($C_2H_6O_2$) نیز یک الکل دو عاملی با فرمول ساختاری زیر است:

$$HO-CH_2-CH_2-OH$$

ت: قدرت پاک‌کنندگی صابون بر روی پارچه‌های نخی که از الیاف طبیعی پنبه‌ای(سلولزی) تشکیل‌شده‌اند، از پارچه‌های پلی‌استری که از الیاف مصنوعی ساخته‌شده‌اند، بیشتر است. علت این اتفاق، ناقطبی بودن نسبی ذرات سازنده پلی‌استرها و چسبندگی بیشتر لکه‌ها بر سطح پارچه‌های پلی‌استری می‌باشد. این در حالی است که ذرات چربی، چسبندگی زیادی با الیاف سلولزی **ندارند**.

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۴۱ برای حل این سؤال، می‌توانیم دو سناریو مختلف را در نظر بگیریم. در سناریو اول، ترکیب اسیدی(هیدروفلوئوریک اسید) در محلول ۱۰ لیتری و ترکیب بازی، در محلول ۱۰۰ لیتری حل شده و تفاوت pH دو محلول به ۹/۶ واحد می‌رسد. در سناریو دوم، ترکیب اسیدی(هیدروفلوئوریک اسید) در محلول ۱۰۰ لیتری و ترکیب بازی، در محلول ۱۰ لیتری حل شده و تفاوت pH دو محلول به ۹/۶ واحد می‌رسد. ابتدا سناریو اول را بررسی می‌کنیم. مقدار مول هر ماده را برابر با n در نظر گرفته و بر این اساس، pH هر محلول را محاسبه می‌کنیم. در رابطه با محلول اسیدی، داریم:

$$[HF]=\frac{\text{مول } HF}{\text{لیتر محلول}}=\frac{n\ mol\ HF}{\text{محلول } ۱۰\ L}=\frac{n}{۱۰}\ mol.L^{-۱} \quad \Longrightarrow \quad [H^+]=[HF]\times\alpha=\frac{n}{۱۰}\times ۰/۰۱=\frac{n}{۱۰۰۰}$$

$$pH=-log[H^+]=-\log\left(\frac{n}{۱۰۰۰}\right)=۳-\log(n) \text{ محلول اسیدی}$$

در قدم بعد، به سراغ محلول بازی می‌رویم و مقدار pH این محلول ۱۰۰ لیتری را نیز محاسبه می‌کنیم:

$$[NaOH]=\frac{\text{مول } NaOH}{\text{لیتر محلول}}=\frac{n\ mol\ NaOH}{\text{محلول } ۱۰۰\ L}=\frac{n}{۱۰۰}\ mol.L^{-۱} \xrightarrow{\text{سدیم هیدروکسید، باز قوی است}} [OH^-]=[NaOH]=\frac{n}{۱۰۰}\ mol.L^{-۱}$$

$$pH=-\log\left(\frac{۱۰^{-۱۴}}{[OH^-]}\right)=-\log\left(\frac{۱۰^{-۱۴}}{\frac{n}{۱۰۰}}\right)=-\log\left(\frac{۱۰^{-۱۲}}{n}\right)=۱۲+\log(n) \text{ محلول بازی}$$

طبق فرض سؤال، تفاوت pH دو محلول برابر با ۹/۶ واحد است. بر این اساس، داریم:

$$\Delta pH=pH \text{ محلول بازی}-pH \text{ محلول اسیدی} \Longrightarrow ۹/۶=(۱۲+\log(n))-(۳-\log(n)) \Longrightarrow ۹/۶=۹+۲\log(n) \Longrightarrow$$
$$۲\log(n)=۰/۶ \Longrightarrow \log(n)=۰/۳ \Longrightarrow n=۲\ mol$$

مطابق سناریو اول، ۲ مول سدیم هیدروکسید(معادل با ۸۰ گرم سدیم هیدروکسید) و ۲ مول هیدروفلوئوریک اسید(معادل با ۴۰ گرم هیدروفلوئوریک اسید) در محلول‌های اولیه حل شده و تفاوت جرم این دو ماده برابر با ۴۰ گرم است، پس یکی از پاسخ‌های این سؤال، می‌تواند معادل با ۴۰ گرم باشد. در قدم بعد، سناریو دوم را بررسی می‌کنیم. مقدار مول هر ماده را برابر با n در نظر گرفته و بر این اساس، pH هر محلول را محاسبه می‌کنیم.

در رابطه با محلول اسیدی، داریم:

$$[HF]=\frac{\text{مول } HF}{\text{لیتر محلول}}=\frac{n\ mol\ HF}{\text{محلول } ۱۰۰\ L}=\frac{n}{۱۰۰}\ mol.L^{-۱} \quad \Longrightarrow \quad [H^+]=[HF]\times\alpha=\frac{n}{۱۰۰}\times ۰/۰۱=\frac{n}{۱۰۰۰۰}$$

$$pH=-log[H^+]=-\log\left(\frac{n}{۱۰۰۰۰}\right)=۴-\log(n) \text{ محلول اسیدی}$$

در قدم بعد، به سراغ محلول بازی می‌رویم و مقدار pH این محلول ۱۰ لیتری را نیز محاسبه می‌کنیم:

$$[NaOH]=\frac{\text{مول } NaOH}{\text{لیتر محلول}}=\frac{n\ mol\ NaOH}{\text{محلول } ۱۰\ L}=\frac{n}{۱۰}\ mol.L^{-۱} \xrightarrow{\text{سدیم هیدروکسید، باز قوی است}} [OH^-]=[NaOH]=\frac{n}{۱۰}\ mol.L^{-۱}$$

$$pH=-\log\left(\frac{۱۰^{-۱۴}}{[OH^-]}\right)=-\log\left(\frac{۱۰^{-۱۴}}{\frac{n}{۱۰}}\right)=-\log\left(\frac{۱۰^{-۱۳}}{n}\right)=۱۳+\log(n) \text{ محلول بازی}$$

طبق فرض سؤال، تفاوت pH دو محلول برابر با ۹/۶ واحد است. بر این اساس، داریم:

$$\Delta pH=pH \text{ محلول بازی}-pH \text{ محلول اسیدی} \Longrightarrow ۹/۶=(۱۳+\log(n))-(۴-\log(n)) \Longrightarrow ۹/۶=۹+۲\log(n) \Longrightarrow$$
$$۲\log(n)=۰/۶ \Longrightarrow \log(n)=۰/۳ \Longrightarrow n=۲\ mol$$

مطابق سناریو دوم نیز ۲ مول سدیم هیدروکسید(معادل با ۸۰ گرم سدیم هیدروکسید) و ۲ مول هیدروفلوئوریک اسید(معادل با ۴۰ گرم هیدروفلوئوریک اسید) در محلول‌های اولیه حل شده و تفاوت جرم این دو ماده برابر با **۴۰ گرم** است.

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۴۲ واکنش تولید سدیم اکسید از عناصر سازنده آن(فلز سدیم و گاز اکسیژن) به‌صورت زیر است:

$$۴Na(s) + O_۲(g) \xrightarrow{\text{مبادله ۴ مول الکترون}} ۴Na^+(s) + ۲O^{۲-}(s) \rightarrow ۲Na_۲O(s)$$

با توجه به معادله بالا، می‌توان گفت به ازای تشکیل ۲ مول سدیم اکسید، ۴ مول الکترون بین گونه‌ها مبادله شده است. بر این اساس، مقدار مول سدیم اکسید تولید شده در این فرایند را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,mol\,Na_۲O = ۲/۴۰۸ \times ۱۰^{۲۵}\,e^- \times \frac{۱\,mol\,e^-}{۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}\,e^-} \times \frac{۲\,mol\,Na_۲O}{۴\,mol\,e^-} = ۲۰\,mol$$

سدیم اکسید، بر اساس معادله زیر با آب واکنش داده و سدیم هیدروکسید را تولید می‌کند:

$$Na_۲O(s) + H_۲O(l) \rightarrow ۲NaOH(aq)$$

با توجه به معادله این واکنش، مقدار مول سدیم هیدروکسید تولید شده را محاسبه می‌کنیم:

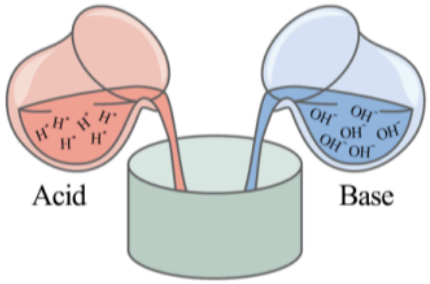
$$?\,mol\,NaOH = ۲۰\,mol\,Na_۲O \times \frac{۲\,mol\,NaOH}{۱\,mol\,Na_۲O} = ۴۰\,mol$$

در قدم بعد، غلظت سدیم هیدروکسید و مقدار pH محلول مورد نظر را محاسبه می‌کنیم:

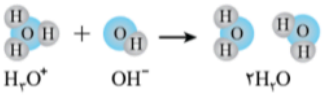
$$[NaOH] = \frac{\text{مول } NaOH}{\text{لیتر محلول}} = \frac{۴۰\,mol\,NaOH}{\text{محلول } ۱۶۰\,L} = ۰/۲۵\,mol.L^{-۱} \xrightarrow{\text{سدیم هیدروکسید، باز قوی است}} [OH^-] = [NaOH] = ۰/۲۵\,mol.L^{-۱}$$

$$\text{محلول بازی } pH = -\log\left(\frac{۱۰^{-۱۴}}{[OH^-]}\right) = -\log\left(\frac{۱۰^{-۱۴}}{۰/۲۵}\right) = ۱۳/۴$$

در واکنش خنثی شدن، یون‌های هیدروژن اسید با یون‌های هیدروکسید باز واکنش می‌دهند. این واکنش را به‌صورت زیر می‌توان نشان داد:



$$OH^-(aq) + H_۳O^+(aq) \longrightarrow ۲H_۲O(l)$$



معادله واکنش خنثی شدن محلول سدیم هیدروکسید با گاز هیدروژن کلرید به‌صورت زیر است:

$$NaOH(aq) + HCl(g) \rightarrow NaCl(aq) + H_۲O(l)$$

مطابق این واکنش، یون هیدروکسید باز با یون هیدروژن اسید واکنش می‌دهد. با توجه به معادله واکنش، حجم گاز هیدروژن کلرید لازم برای واکنش دادن با ۵۰۰ میلی‌لیتر محلول بازی را محاسبه می‌کنیم.

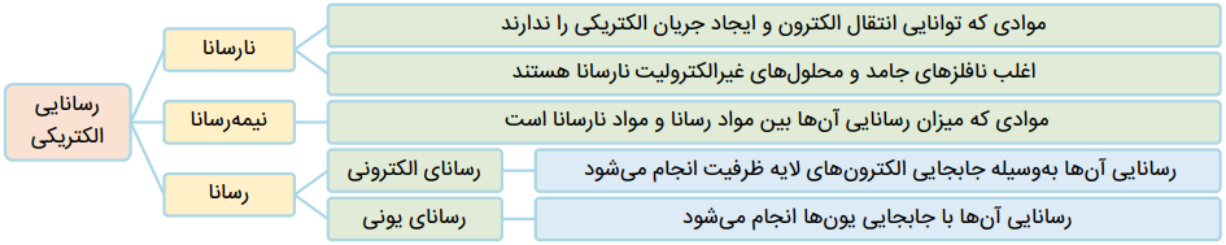
$$?\,L\,HCl = ۵۰۰\,mL\,\text{محلول} \times \frac{۰/۲۵\,mol\,NaOH}{۱۰۰۰\,mL\,\text{محلول}} \times \frac{۱\,mol\,HCl}{۱\,mol\,NaOH} \times \frac{۲۲/۴\,L\,HCl}{۱\,mol\,HCl} = ۲/۸\,L$$

همان‌طور که مشخص است، طی این فرایند ۲/۸ لیتر گاز هیدروژن کلرید مصرف می‌شود.

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۴۳ در رابطه با رسانایی انواع مواد، داریم:



در محلول‌ها، رسانایی الکتریکی تابعی از مجموع غلظت یون‌های موجود در محلول است. هیدروسیانیک اسید، یک اسید بسیار ضعیف بوده و در محلول آن، مقدار بسیار کمی یون وجود داشته و رسانایی آن بسیار ناچیز است. در فرمول شیمیایی باریم کلرید($BaCl_2$)، مجموعاً ۳ یون وجود دارد، پس مجموع غلظت مولی یون‌ها در محلول یک مولار این ماده، برابر با ۳ مول بر لیتر می‌شود. در فرمول شیمیایی پتاسیم برمید(KBr)، مجموعاً ۲ یون وجود دارد، پس مجموع غلظت مولی یون‌ها در محلول یک مولار این ماده، برابر با ۲ مول بر لیتر می‌شود. هیدرویدیک اسید نیز یک اسید قوی بوده و بر اثر یونش هر مول از آن، ۲ مول یون در محلول ایجاد می‌شود، پس می‌توان گفت مجموع غلظت مولی یون‌ها در محلول یک مولار این ماده، برابر با ۲ مول بر لیتر می‌شود. با توجه به توضیحات داده شده، مجموع غلظت مولی یون‌ها در محلول **باریم کلرید** بیشتر از سایر محلول‌ها بوده و این محلول رسانایی بالاتری دارد.

(مازِ ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۴۴ اگر ثابت یونش یک اسید تک‌پروتون‌دار(ترکیب اسیدی که توانایی آزاد کردن فقط یک یون هیدرونیوم را دارد) بسیار بزرگ باشد، این اسید در محلول آبی خود به‌طور کامل یونیده شده و در نتیجه غلظت یون هیدرونیوم موجود در محلول نهایی با غلظت اولیهٔ اسید برابر خواهد بود. در رابطه با چنین محلولی، می‌توان رابطه $[H^+] = M$ را نوشت. توجه داریم که در این حالت، درجه یونش اسید برابر با یک بوده و در این محلول رابطه $\alpha = \frac{[H^+]}{M} = 1$ برقرار خواهد بود. این در حالی است که اگر یک اسید **چند پروتون‌دار** قوی مثل سولفوریک اسید داشته باشیم، **غلظت یون هیدرونیوم موجود در محلول نهایی بیشتر از غلظت اولیهٔ اسید خواهد شد.**

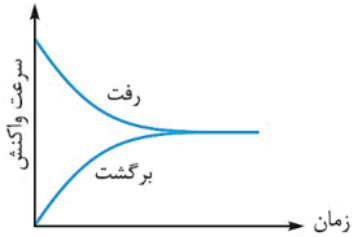
بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ سرکه سفید، همانند جوهر نمک، **خاصیت اسیدی** داشته و در مجاورت با کاغذ pH، رنگ این کاغذ را از زرد به **قرمز** تغییر می‌دهد. روند تغییر رنگ کاغذ pH در مجاورت با مواد مختلف به‌صورت زیر است:

تغییر رنگ کاغذ پی‌اچ		
از زرد به آبی	مواد بازی مثل آب‌آهک، محلول سود، مخلوط صابون در آب و خون انسان	
از زرد به قرمز	مواد اسیدی مثل جوهر نمک، سرکه سفید، اسید معده و سولفوریک اسید	

۳ مواد بازی از جمله محلول سود و یا محلول پتاس، به پوست بدن **آسیب** می‌رسانند. این مواد، با چربی‌های روی پوست واکنش داده و **موادی شبیه به صابون تولید می‌کنند**، پس می‌توان گفت این مواد نیز همانند صابون، در سطح پوست **احساس لیزی** ایجاد می‌کنند.

۴ واکنش‌های شیمیایی را به‌طور کلی به دو دسته برگشت‌ناپذیر و برگشت‌پذیر تقسیم‌بندی می‌کنند. در واکنش‌های برگشت‌ناپذیر، فقط واکنش‌دهنده‌ها می‌توانند به فراورده‌ها تبدیل شوند در حالی که در این واکنش‌ها امکان تبدیل فراورده‌ها به واکنش‌دهنده‌ها وجود ندارد. به عبارتی، این واکنش‌ها فقط در جهت رفت انجام می‌شوند. در نقطه مقابل، واکنش‌های برگشت‌پذیر وجود دارند که در آن‌ها امکان انجام شدن واکنش‌های رفت و برگشت به‌صورت هم‌زمان وجود دارد. **فرایند یونش اسیدهای ضعیف** از جمله هیدروفلوئوریک اسید در آب، از جمله واکنش‌های **برگشت‌پذیر** است. اگر در واکنش‌های برگشت‌پذیر، واکنش‌های رفت و برگشت به‌صورت **هم‌زمان** و با **سرعت‌های برابر** انجام شوند، مقدار فراورده‌ها و واکنش‌دهنده‌ها **ثابت باقی می‌ماند** و در سامانه موردنظر **تعادل** برقرار می‌شود. در **لحظه برقراری تعادل، سرعت تولید هر ماده با سرعت مصرف آن برابر است** و به همین خاطر، مقدار هر ماده در سامانه ثابت می‌ماند و چنین به نظر می‌رسد که واکنش موردنظر متوقف شده است. در این سامانه‌ها، قبل از برقراری تعادل، سرعت واکنش رفت در مقایسه با واکنش برگشت بیشتر است. نمودار زیر، روند تغییر سرعت واکنش‌های رفت و برگشت را در این واکنش‌ها نشان می‌دهد:



با توجه به نمودار بالا، پس از انحلال مقداری گاز هیدروژن فلوئورید در آب، **سرعت واکنش رفت**(واکنشی که منجر به تولید یون فلوئورید در محلول می‌شود) **به‌تدریج کاهش می‌یابد.**

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۴۵ عبارت‌های (الف)، (ب) و (پ) درست هستند.

بررسی موارد:

«الف»: در **دمای ۲۵°C**، حاصل‌ضرب غلظت مولی یون‌های هیدروژن و هیدروکسید در محلول‌های آبی برابر با $۱۰^{-۱۴}$ می‌شود. بر این اساس، داریم:

$$[H^+] \times [OH^-] = ۱۰^{-۱۴} \xrightarrow{[H^+]=۴\times۱۰^{-۶}\times[OH^-]} ۴ \times ۱۰^{-۶} \times [OH^-] \times [OH^-] = ۱۰^{-۱۴} \Longrightarrow$$
$$[OH^-] = ۰/۵ \times ۱۰^{-۱۰}\ mol.L^{-۱} \Longrightarrow [H^+] = ۲ \times ۱۰^{-۴}\ mol.L^{-۱}$$

در قدم بعد، با توجه به غلظت یون هیدروژن، مقدار pH این محلول را محاسبه می‌کنیم.

$$pH = -\log[H^+] = -\log(۲ \times ۱۰^{-۴}) = ۴ - ۰/۳ = ۳/۷$$

«ب»: **پاک‌کننده‌های صابونی**، موادی با خاصیت **بازی** بوده و با انحلال آن‌ها در آب، غلظت یون هیدروکسید در محلول مورد نظر افزایش پیدا می‌کند. این مواد، رنگ کاغذ pH را **آبی** می‌کنند. بین غلظت مولی یون‌ها در محلول‌های آبی، رابطه زیر برقرار است:

$$[H^+] \times [OH^-] = ۱۰^{-۱۴}$$

بر اساس این رابطه، با افزایش غلظت یون هیدروکسید در محلول، غلظت یون هیدروژن به همان نسبت کاهش پیدا می‌کند.

«پ»: **نیترو اسید**، یک اسید ضعیف با **ثابت یونش(Ka) کوچک‌تر از یک** است. این اسید به‌طور جزئی در آب یونش یافته و محلولی ایجاد می‌کند که یک رسانای یونی است. با توجه به قدرت اسیدی کم این ماده، غلظت مولی آنیون حاصل از یونش آن(یون $NO_۲^-$) در مقایسه با غلظت مولکول‌های اسید یونیده نشده در محلول کمتر است.

«ت»: قدرت اسیدی HF از سایر هیدروژن هالیدها(ترکیب‌های حاصل از اتصال یک اتم هالوژن به یک اتم هیدروژن) **کمتر** است. در واقع تنها اسید ضعیف میان هیدروژن هالیدها، **هیدروفلوئوریک اسید** است. اگر در یک محلول آبی، دو اسید به همراه آنیون حاصل از یونش آن‌ها وجود داشته باشد، واکنش میان آن‌ها به سمتی می‌رود که **اسید ضعیف‌تر تولید و اسید قوی‌تر مصرف شود**. در واقع در این فرایند اسیدی که یون هیدروژن تولید می‌کند، اسید قوی‌تر است. این اسید، یون هیدروژن خود را به آنیون حاصل از اسید ضعیف‌تر می‌دهد. پس در تعادل زیر که میان هیدرویدیک اسید و هیدروفلوئوریک اسید باید ایجاد شود، واکنش به سمت چپ(مصرف اسید قوی و تولید اسید ضعیف) پیش می‌رود.

$$HF(aq) + I^-(aq) \rightleftharpoons HI(aq) + F^-(aq)$$

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۴۶ معادله موازنه شده واکنش مورد نظر به‌صورت زیر است:

$$(NH_۴)_۲Cr_۲O_۷(s) + ۱۴HCl(aq) \rightarrow ۳Cl_۲(g) + ۲NH_۴Cl(aq) + ۷H_۲O(l) + ۲CrCl_۳(aq)$$

با توجه به معادله واکنش و اطلاعات داده شده در صورت سؤال، مقدار مول هیدروکلریک اسید مصرف شده را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,mol\ HCl = ۳/۳۶\ L\ Cl_۲ \times \frac{۱\ mol\ Cl_۲}{۲۲/۴\ L\ Cl_۲} \times \frac{۱۴\ mol\ HCl}{۳\ mol\ Cl_۲} = ۰/۷\ mol$$

در قدم بعد، غلظت محلول هیدروکلریک اسید را محاسبه کرده و پس از آن، مقدار pH این محلول را به‌دست می‌آوریم.

$$[HCl] = \frac{\text{مول } HCl}{\text{لیتر محلول}} = \frac{۰/۷\ mol\ HCl}{۷۰\ L\ \text{محلول}} = ۰/۰۱\ mol.L^{-۱} \xrightarrow{\text{هیدروکلریک اسید، اسید قوی است}} [H^+] = [HCl] = ۰/۰۱\ mol.L^{-۱}$$

$$pH = -\log[H^+] = -\log(۰/۰۱) = ۲$$

با توجه به محاسبات انجام شده، مقدار pH محلول مورد نظر برابر با ۲ است.

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۴۷ پتاسیم هیدروکسید و هیدروکلریک اسید، بر اساس معادله زیر با یکدیگر واکنش می‌دهند:

$$KOH(aq) + HCl(aq) \rightarrow KCl(aq) + H_2O(l)$$

یک لیتر از محلول مورد نظر را در نظر می‌گیریم. **یون‌های پتاسیم و هیدروکسید، در کنار هم قرار داشته و یون‌های هیدروژن و کلرید نیز در کنار هم قرار دارند.** در این محلول یک لیتری، ۰/۸ مول یون پتاسیم وجود دارد، پس در ابتدای کار نیز ۰/۸ مول یون هیدروکسید در آن وجود داشته است. در این محلول یک لیتری، ۱/۲ مول یون کلرید نیز وجود دارد، پس در ابتدای کار ۱/۲ مول یون هیدروژن در آن وجود داشته است. از ۱/۲ مول یون هیدروژن موجود در این محلول، ۰/۸ مول از آن با ۰/۸ مول یون هیدروکسید خنثی شده و ۰/۴ مول از آن در محلول باقی می‌ماند. بر این اساس، می‌توان گفت محلولی داریم که **غلظت یون هیدروژن در آن برابر با ۰/۴ مول بر لیتر بوده و کل یون هیدروکسید موجود در آن نیز خنثی شده است.** در رابطه با این محلول، داریم:

$$\text{شرایط پیش از خنثی شدن}: \begin{cases} 1/2\ mol\ H^+ \\ 1/2\ mol\ Cl^- \\ 0/8\ mol\ OH^- \\ 0/8\ mol\ K^+ \end{cases} \longrightarrow \text{شرایط پس از خنثی شدن}: \begin{cases} 0/4\ mol\ H^+ \\ 1/2\ mol\ Cl^- \\ OH^- \rightarrow \text{مقدار خیلی ناچیز} \\ 0/8\ mol\ K^+ \end{cases}$$

با توجه به غلظت یون هیدروژن در محلول، pH محلول را محاسبه می‌کنیم:

$$pH = -\log[H^+] = -\log(0/4) = 0/4$$

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

۴۸ عبارت‌های (ب) و (پ) درست هستند.

بررسی موارد:

«الف»: **برخی از مواد اسیدی** از جمله اکسیدهای نافلزی در ساختار خود **اتم هیدروژن یا یون هیدروژن ندارند.** برای مثال، گاز SO_2 نوعی اسید آرنیوس است که در ساختار خود یون H^+ یا اتم هیدروژن ندارد اما پس از ورود به یک محیط آبی، **غلظت یون هیدروژن را در محلول مورد نظر افزایش داده** و خاصیت اسیدی خود را اعمال می‌کند.

«ب»: **سوانت آرنیوس**، نخستین کسی بود که اسیدها و بازها را بر یک مبنای علمی توصیف کرد. آرنیوس با تحقیق بر روی **رسانایی الکتریکی محلول‌های آبی**(نه محلول‌هایی با حلال‌های آلی) توانست یک مبنای علمی برای توصیف اسیدها و بازها ارائه کند. تعریف آرنیوس برای اسیدها و بازها بر اساس محیط آبی بوده و از این رو برای محیط‌های غیرآبی صادق نیست.

«پ»: اسید و باز داده شده، از نظر ظرفیت مشابه هم بوده و **دو ظرفیتی** هستند. مقدار ۲ مول باریم هیدروکسید($Ba(OH)_2$) دارای ۴ مول یون OH^- در ساختار خود است که با ۲ مول سولفوریک اسید(H_2SO_4) خنثی می‌شود.

«ت»: **نیترواسید** با فرمول شیمیایی HNO_2، برخلاف HI یک **اسید ضعیف** بوده و از این رو معادله یونش آن **برگشت‌پذیر** است.

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۴۹ عبارت‌های (ب) و (ت) درست هستند.

بررسی موارد:

«الف»: در مناطق صنعتی، به‌خاطر ورود **اکسیدهای گوگرد** و **نیتروژن** به هواکره، **باران اسیدی** ایجاد می‌شود. **باران‌های اسیدی حاوی نیتریک‌اسید** و **سولفوریک‌اسید** هستند، در حالی که **باران‌های معمولی حاوی کربنیک‌اسید** هستند. هرچند که pH باران‌های اسیدی کمتر از باران‌های معمولی است، اما هر دو نمونه از آب این باران‌ها pH **کوچک‌تر از ۷ دارند**.

«ب»: براساس آزمایش‌های انجام‌شده، نمونه‌ای از آب خالص که فاقد هر گونه حل‌شونده‌ای است، رسانایی الکتریکی ناچیزی دارد که وجود آن را به حضور مقدار بسیار اندکی از یون‌های **هیدروکسید** و **هیدروژن**(یا همان هیدرونیوم) در آب نسبت می‌دهند. یون‌های موردنظر، بر اساس واکنش زیر در آب تولید می‌شوند:

$$H_۲O(l) \rightleftharpoons H^+(aq) + OH^-(aq)$$

ثابت تعادل این واکنش به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$K = K_W = [OH^-] \times [H^+]$$

آزمایش‌های مختلف نشان می‌دهد که مقدار Kw در دمای اتاق، برابر با $۱۰^{-۱۴}\text{mol}^۲.\text{L}^{-۲}$ است که این مقدار، همانند ثابت تعادل سایر واکنش‌ها، **فقط** و **فقط تابع دمای محیط** است.

«پ»: با استفاده از مدل آرنیوس، تنها می‌توان تشخیص داد **کدام ترکیب اسید** و **کدام ترکیب باز** است ولی دربارهٔ میزان اسیدی یا بازی بودن یک محلول نمی‌توان اظهارنظر کرد. توجه داریم که برای اندازه‌گیری میزان اسیدی یا بازی بودن یک محلول می‌توان از روش‌هایی مانند اندازه‌گیری رسانایی محلول، استفاده از کاغذ pH و ... استفاده کرد.

«ت»: بازها کاربردهای گسترده‌ای در زندگی روزانه دارند که از جمله آنها می‌توان به محلول **شیشه پاک‌کن**(محلول آبی **آمونیاک** در آب) و **لوله بازکن**(محلول آبی **سدیم هیدروکسید** در آب که نوعی پاک‌کننده خورنده قوی به شمار می‌رود) اشاره کرد. توجه داریم که در محلول‌های بازی، غلظت یون هیدروکسید بیشتر از یون هیدرونیوم است.

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۵۰ فورمیک اسید، بر اساس معادله زیر در محلول آبی یونش پیدا می‌کند:

$$HCOOH(aq) \rightleftharpoons HCOO^-(aq) + H^+(aq)$$

در محلول فورمیک اسید، غلظت یون فورمات با غلظت یون هیدروژن برابر است. با توجه به غلظت یون فورمات در مقیاس ppm، غلظت مولی این یون را در ۱ لیتر از محلول مورد نظر محاسبه می‌کنیم.

$$?\,mol\,HCOO^- = ۱\,L\,\text{محلول} \times \frac{۱۰۰۰\,mL\,\text{محلول}}{۱\,L\,\text{محلول}} \times \frac{۱/۰۸\,g\,\text{محلول}}{۱\,mL\,\text{محلول}} \times \frac{۲۵۰\,g\,HCOO^-}{۱۰^۶\,g\,\text{محلول}} \times \frac{۱\,mol\,HCOO^-}{۴۵\,g\,HCOO^-} = ۰/۰۰۶\,mol$$

$$\text{غلظت مولی } HCOO^- = \frac{\text{مول } HCOO^-}{\text{لیتر محلول}} = \frac{۰/۰۰۶\,mol}{۱\,L\,\text{محلول}} = ۰/۰۰۶\,mol.L^{-۱}$$

با توجه به محاسبات بالا، می‌توان گفت غلظت یون فورمات، همانند غلظت یون هیدروژن، در محلول مورد نظر برابر با ۰/۰۰۶ مول بر لیتر است. بر این اساس، درجه یونش اسید را در محلول مورد نظر محاسبه می‌کنیم.

$$\alpha = \frac{\text{غلظت مولی } HCOO^-}{\text{غلظت مولی اسید}} = \frac{۰/۰۰۶}{۰/۲} = ۰/۰۳$$

در قدم آخر، با توجه به درجه یونش اسید، مقدار ثابت یونش آن را محاسبه می‌کنیم.

$$Ka = \frac{\alpha^۲ \times M}{۱ - \alpha} \xrightarrow{\alpha < ۰/۰۵} Ka = \alpha^۲ \times M = (۰/۰۳)^۲ \times ۰/۲ = ۱/۸ \times ۱۰^{-۴}\,mol.L^{-۱}$$

با توجه به محاسبات انجام شده، ثابت یونش فورمیک اسید برابر با $۱/۸ \times ۱۰^{-۴}$ است.

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۵۱ معادله یونش استیک اسید در آب به‌صورت زیر است:

$$CH_۳COOH(aq) \rightleftharpoons CH_۳COO^-(aq) + H^+(aq)$$

بر اثر یونش هر مولکول استیک اسید، ۲ یون در محلول ایجاد می‌شود. مجموع غلظت مولی یون‌ها در محلول داده شده برابر با ۲×۱۰^{-۳} مول بر لیتر است؛ پس می‌توان گفت غلظت هر یک از یون‌های هیدرونیوم و استات در این محلول برابر با $۱۰^{-۳}$ مول بر لیتر می‌شود. با توجه به غلظت اسید در محلول مورد نظر، ابتدا درجه یونش را محاسبه می‌کنیم.

$$\text{درجه یونش} = \frac{\text{غلظت یون هیدرونیوم}}{\text{غلظت اسید}} = \frac{۱۰^{-۳}\ mol.L^{-۱}}{۰/۰۵\ mol.L^{-۱}} = ۰/۰۲$$

در مرحله بعد، با توجه به درجه یونش این اسید، مقدار ثابت یونش آن را نیز محاسبه می‌کنیم.

$$K_a = \alpha^۲.M \Longrightarrow K_a = (۰/۰۲)^۲ \times ۰/۰۵ = ۲ \times ۱۰^{-۵}\ mol.L^{-۱}$$

با توجه به محاسبات انجام شده، ثابت یونش اسید مورد نظر برابر با $۲ \times ۱۰^{-۵}\ mol.L^{-۱}$ می‌شود. مقدار ثابت یونش اسید را با استفاده از رابطه استاندارد کتاب درسی نیز می‌توان محاسبه کرد:

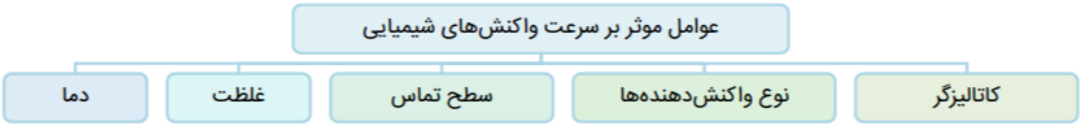
$$K_a = \frac{[CH_۳COO^-] \times [H^+]}{[CH_۳COOH]} = \frac{۱۰^{-۳} \times ۱۰^{-۳}}{۰/۰۵} = ۲ \times ۱۰^{-۵}\ mol.L^{-۱}$$

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

۵۲ معادله واکنش میان محلول هیدروفلوئوریک اسید و جوش‌شیرین(سدیم هیدروژن کربنات) به‌صورت زیر است:

$$NaHCO_۳(aq) + HF(aq) \rightarrow NaF(aq) + H_۲O(l) + CO_۲(g)$$

همان‌طور که مشخص است، طی این فرایند **گاز کربن دی‌اکسید($CO_۲$)** تولید می‌شود. این گاز، از مولکول‌های متقارن ساخته شده و از جمله مواد **ناقطبی** است. نمودار زیر نیز عوامل مؤثر بر سرعت یک واکنش شیمیایی را نشان می‌دهد:



با توجه به نمودار فوق، اگر یک اسید قوی مثل هیدروبرمیک اسید(HBr) را به محلول هیدروفلوئوریک اسید اضافه کنیم، **غلظت یون هیدروژن** در این محلول اسیدی **افزایش** پیدا کرده و سرعت انجام شدن واکنش افزایش یافته و سرعت تولید گاز کربن دی‌اکسید نیز بیشتر می‌شود. این در حالی است که اگر مقداری **آب** به محلول اسیدی اولیه اضافه کنیم، غلظت این محلول **کاهش** یافته و با **کاهش غلظت یون هیدروژن** در این محلول آبی، **سرعت تولید گاز کربن دی‌اکسید** نیز کمتر می‌شود.

با تغییر نوع مواد واکنش‌دهنده، سرعت انجام شدن واکنش‌های شیمیایی نیز تغییر می‌کند. در چنین شرایطی، اگر واکنش‌پذیری واکنش‌دهنده‌ها افزایش پیدا کند، سرعت انجام شدن واکنش نیز افزایش می‌یابد. به عبارت دیگر، **سرعت انجام شدن واکنش‌های شیمیایی با میزان واکنش‌پذیری مواد شرکت‌کننده در آن‌ها رابطه مستقیم دارد**. به‌عنوان مثال، چون پتاسیم در مقایسه با سدیم واکنش‌پذیری بیشتری دارد، یک نمونه از فلز پتاسیم در شرایط یکسان در مقایسه با فلز سدیم با سرعت و شدت بیشتری با محلول‌های اسیدی واکنش می‌دهد.

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۵۳ با افزایش یا کاهش غلظت مولی مولکول‌های اسیدی حل شده در یک محلول آبی، ثابت یونش اسید مورد نظر تغییر نمی‌کند. در واقع، **میزان ثابت یونش اسیدهای مختلف فقط تابع دما است** و تغییر مقدار گونه‌های موجود در محلول تأثیری در **مقدار ثابت** یونش اسید **ندارد**.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲ معادله واکنش مورد نظر به‌صورت $NaOH(aq) + HCl(aq) \rightarrow NaCl(aq) + H_2O(l)$ است. طی این واکنش، یون هیدروکسید از محلول سود با یون هیدروژن از محلول هیدروکلریک اسید خنثی می‌شود. همان‌طور که مشخص است، یون‌های Na^+ و Cl^- **در واکنش شرکت نکرده** و به‌صورت دست نخورده در محلول مورد نظر باقی می‌مانند.

۳ آلومینیم هیدروکسید، همانند منیزیم هیدروکسید و سدیم هیدروژن‌کربنات، یکی از مواد موجود در ضد اسیدهای معده‌ای است. این ماده مطابق با معادله زیر با اسید معده(هیدروکلریک اسید) واکنش می‌دهد:

$$Al(OH)_3 + 3HCl \rightarrow AlCl_3(aq) + 3H_2O$$

با توجه به معادلهٔ بالا، هر مول آلومینیم هیدروکسید با ۳ مول اسید معده به‌طور کامل واکنش می‌دهد.

۴ معده برای گوارش غذا به اسید نیاز دارد. در بدن انسان بالغ روزانه بین **دو تا سه لیتر شیره معده تولید می‌شود** که غلظت یون هیدرونیوم در آن حدود $0/03\ mol.L^{-1}$ بوده و pH **آن برابر ۱/۵** است. این در حالی است که pH **معده در زمان استراحت ۳/۷ می‌باشد**. اسید موجود در شیره معده هیدروکلریک اسید(اسیدی قوی) است که علاوه بر فعال کردن آنزیم‌های دخیل در گوارش، جانداران ذره‌بینی موجود در غذا را نیز از بین می‌برد.

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۵۴ واکنش یونش این باز به‌صورت زیر است:

$$BOH(aq) \rightleftharpoons B^+(aq) + OH^-(aq)\ ,\ K = 0/05\ mol.L^{-1}$$

ابتدا pH محلول یک مولار این ماده را حساب می‌کنیم:

$$K_b = \frac{[OH^-]^2}{M - [OH^-]} \Rightarrow 0/05 = \frac{[OH^-]^2}{1 - [OH^-]} \Rightarrow [OH^-]^2 + 0/05[OH^-] - 0/05 = 0 \Rightarrow [OH^-] = \begin{cases} +0/2 \\ -0/25 \text{ غیرقابل قبول} \end{cases}$$

$$pH = 14 + \log[OH^-] \Rightarrow pH = 14 + \log 0/2 = 14 + log\frac{2}{10} = 14 + \log(2) - \log(10) = 13/3$$

طبق فرض سؤال، مقدار pH محلول به اندازه ۰/۶ واحد تغییر کرده است؛ بنابراین pH محلول پس از افزودن آب به آن، به ۱۲/۷ می‌رسد. بر این اساس، غلظت باز در این حالت را حساب می‌کنیم:

$$[OH^-] = 10^{pH-14} \Rightarrow [OH^-] = 10^{12/7-14} = 10^{-1/3} = 10^{0/7} \times 10^{-2} = 0/05\ mol.L^{-1}$$

$$K_b = \frac{[OH^-]^2}{M - [OH^-]} \Rightarrow 0/05 = \frac{(0/05)^2}{M - 0/05} \Rightarrow 1 = \frac{0/05}{M - 0/05} \Rightarrow M = 0/1\ mol.L^{-1}$$

پس غلظت باز در محلول جدید، برابر با ۰/۱ مولار است. در واقع می‌توان گفت طی این فرایند، غلظت باز از ۱ مول بر لیتر به ۰/۱ مول بر لیتر رسیده است. در فرایند خنثی‌شدن، رابطه زیر برقرار است:

$$n_{\text{اسید}} \times M_{\text{اسید}} \times V_{\text{اسید}} = n_{\text{باز}} \times M_{\text{باز}} \times V_{\text{باز}}$$

در این رابطه، n ظرفیت اسید و باز را مشخص کرده و M نیز معادل با غلظت مولی هر ماده است. بر این اساس، حجم اسید مصرف‌شده را به‌دست می‌آوریم:

$$1 \times 0/4 \times V_{\text{اسید}} = 1 \times 0/1 \times 1 \Rightarrow V_{\text{اسید}} = \frac{1}{4}\ L \times \frac{1000\ mL}{1\ L} = 250\ mL$$

یک لیتر از این محلول بازی، با ۲۵۰ میلی‌لیتر از محلول اسید مورد نظر واکنش می‌دهد.

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۵۵ برای مقابله با مقدار اضافی از اسید موجود در معده افرادی که به بیماری‌های معده‌ای دچار هستند، از داروهایی به نام **ضد اسید** استفاده می‌کنند. این داروها **خاصیت بازی** دارند و مواد مؤثر موجود در آن‌ها، شامل منیزیم هیدروکسید، آلومینیم هیدروکسید و سدیم هیدروژن کربنات (جوش‌شیرین) می‌شود. برای مثال، **شیر منیزی** یکی از رایج‌ترین ضد اسیدهای مورد استفاده به شمار می‌رود که ماده مؤثر موجود در آن، **منیزیم هیدروکسید** است. از آن جا که ماده موجود در این دارو انحلال‌پذیری بسیار کمی در آب دارد، شیر منیزی را می‌توان یک مخلوط ناهمگن و متعلق به دسته سوسپانسیون‌ها به حساب آورد. جدول زیر، ویژگی‌های سوسپانسیون‌ها، کلوئیدها و محلول‌های همگن را در مقایسه با یکدیگر نشان می‌دهد:

ویژگی	مخلوط ناهمگن(سوسپانسیون)	کلوئید	مخلوط همگن(محلول)
عبور نور	نور را پخش می‌کند.	نور را پخش می‌کند.	نور را عبور می‌دهد.
ظاهر	ناهمگن	همگن	همگن
همگن بودن	ناهمگن	ناهمگن	همگن
پایداری	ناپایدار است.	پایدار است.	پایدار است.
نوع ذره	ذرات ریز ماده و قطعات مجزا	مولکول‌های بزرگ یا توده‌های مولکولی	یون‌ها یا مولکول‌ها

واکنش شیر منیزی یا منیزیم هیدروکسید با اسید معده(HCl) به‌صورت زیر است:

$$۲HCl + Mg(OH)_۲ \rightarrow MgCl_۲ + ۲H_۲O$$

ابتدا جرم منیزیم هیدروکسید خالص موردنیاز برای خنثی کردن نیمی از اسید معده(یعنی ۱/۵ لیتر اسید معده) را حساب می‌کنیم:

$$?\,g\,Mg(OH)_۲ = ۱/۵\,L\,HCl \text{ محلول} \times \frac{۰/۰۳\,mol\,HCl}{۱\,L\,HCl \text{ محلول}} \times \frac{۱\,mol\,Mg(OH)_۲}{۲\,mol\,HCl} \times \frac{۵۸\,g\,Mg(OH)_۲}{۱\,mol\,Mg(OH)_۲} = ۱/۳۰۵\,g$$

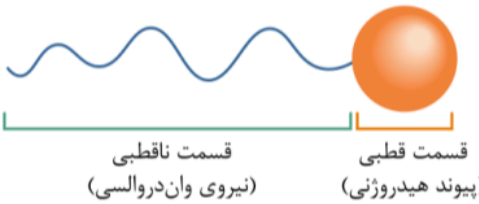
از آنجا که درصد جرمی مادهٔ مؤثر(یعنی منیزیم هیدروکسید) در داروی شیر منیزی ۹۰٪ است، جرم دارو برابر خواهد بود با:

$$\text{درصد جرمی منیزیم هیدروکسید} = \frac{\text{جرم منیزیم هیدروکسید}}{\text{جرم دارو}} \times ۱۰۰ \Rightarrow \text{جرم دارو} = \frac{۱/۳۰۵}{۹۰} \times ۱۰۰ = ۱/۴۵\,g$$

(مار ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

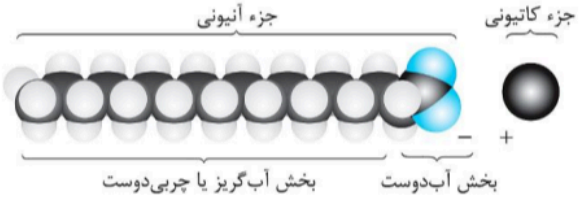
۵۶ هر ترکیب شیمیایی که امکان برقرار شدن **پیوند هیدروژنی** بین مولکول‌های آن وجود داشته باشد، الزاماً محلول در آب نیست. برای مثال، بین مولکول‌های سازنده الکل‌هایی که زنجیره کربنی بلندی دارند و یا بین مولکول‌های سازنده اسیدهای چرب، امکان برقرار شدن پیوند هیدروژنی وجود دارد اما چون بخش ناقطبی مولکول‌های سازنده این مواد(قسمت هیدروکربنی مولکول‌ها) به بخش قطبی این مولکول‌ها(گروه‌های عاملی هیدروکسیل و یا کربوکسیل) غلبه می‌کند، این مواد به‌طور کلی **ناقطبی** بوده و در حلال‌های قطبی مثل آب حل نمی‌شوند. برای مثال، تصویر زیر ساختاری از یک اسید چرب و اجزای سازنده مولکول آن را نشان می‌دهد:



۱ صابون طبیعی یا همان صابون **مراغه**، با بیش از ۱۵۰ سال قدمت، معروف‌ترین صابون **سنتی** ایران است. برای تهیه این نوع صابون طبیعی، **پیه**(چربی) گوسفند و **سود سوزآور**(سدیم هیدروکسید یا $NaOH$) را در دیگ‌های بزرگ با آب برای چندین ساعت می‌جوشانند و پس از قالب‌گیری، آن‌ها را در آفتاب خشک می‌کنند. این صابون‌ها **فاقد** افزودنی‌های شیمیایی مختلف هستند و به دلیل خاصیت **بازی**($pH > ۷$) مناسبی که دارند، از آن‌ها برای شست‌وشوی موهای چرب استفاده می‌شود.

۲ صابون‌های مختلف، همه لکه‌های موجود بر روی پارچه‌ها را به یک اندازه از بین نمی‌برند. در واقع، هر چه‌قدر که یک پاک‌کننده صابونی بتواند مقدار بیشتری از آلاینده‌ها و چربی‌های روی لباس را بزداید، قدرت پاک‌کنندگی بیشتری دارد. قدرت پاک‌کنندگی یک صابون، به عوامل مختلفی از جمله نوع پارچه، دما، نوع آب و مقدار صابون بستگی دارد. یکی از عوامل مؤثر بر قدرت پاک‌کنندگی صابون‌ها، دمای آب است. افزایش دمای آب، موجب افزایش قدرت پاک‌کنندگی صابون و کاهش مقدار لکه‌های پاک نشده از روی پارچه می‌شود. در واقع، **افزایش دمای آب** با **کاهش چسبندگی** لکه‌های چرک و آلودگی به الیاف پارچه، نفوذ مولکول‌های صابون را به درون آلودگی‌ها بیشتر کرده و باعث می‌شود مقدار **بیشتری** از لکه‌ها **پاک شوند**. به‌عنوان مثال، افزایش دمای آب از ۳۰ درجه به ۴۰ درجه سانتی‌گراد، قدرت پاک‌کنندگی صابون‌ها را تقریباً به اندازه ۱۰ درصد افزایش می‌دهد. توجه داریم که با **افزایش میانگین تندی جنب و جوش ذرات** در یک نمونه آب، **دمای** آن نمونه آب **افزایش** پیدا می‌کند.

۴ هم ساختار صابون و هم ساختار پاک‌کننده غیرصابونی از **دو بخش قطبی** و **ناقطبی** تشکیل می‌شوند. در این پاک‌کننده‌ها، هیچ یک از بخش‌ها بر دیگری غلبه ندارد و به همین علت، این مواد **هم در آب** و **هم در چربی** حل می‌شوند. در واقع به علت این که صابون نمک سدیم، پتاسیم یا آمونیوم حاصل از اسیدهای چرب است، در آب محلول بوده و به علت زنجیره هیدروکربنی بزرگ خود، در چربی نیز حل می‌شود. ساختار صابون‌های جامد به‌صورت زیر است:



صابون‌های **جامد**، **نمک سدیم اسیدهای چرب** هستند و می‌توان آن‌ها را با فرمول کلی $RCOONa$ نشان داد که در آن، گروه R نشان‌دهندهٔ یک زنجیر هیدروکربنی بلند است. اگر بخش R در صابون‌ها معادل با زنجیر آلکیلی باشد، فرمول کلی این صابون‌ها $C_nH_{۲n+۱}COONa$ خواهد بود.

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۵۷ ابتدا تعداد مول سولفوریک اسید موجود در محلول اسیدی اولیه را حساب می‌کنیم:

$$?\,mol\ H_2SO_4 = ۳۶۴\ g\ \text{محلول} \times \frac{۷/۳۵\ g\ H_2SO_4}{۱۰۰\ g\ \text{محلول}} \times \frac{۱\ mol\ H_2SO_4}{۹۸\ g\ H_2SO_4} = ۰/۲۷۳\ mol$$

سولفوریک اسید با باریم هیدروکسید واکنش می‌دهد و **رسوب باریم سولفات** تولید می‌شود. معادله واکنش انجام شده به‌صورت زیر است:

$$H_2SO_4(aq) + Ba(OH)_2(aq) \longrightarrow BaSO_4(s) + 2H_2O(l)$$

با توجه به معادله بالا، تعداد مول سولفوریک اسید مورد نیاز برای واکنش با ۸۱ گرم باریم هیدروکسید با خلوص ۵۷٪ را حساب می‌کنیم:

$$?\,mol\ H_2SO_4 = ۸۱\ g\ Ba(OH)_2\ \text{ناخالص} \times \frac{۵۷\ g\ Ba(OH)_2\ \text{خالص}}{۱۰۰\ g\ Ba(OH)_2\ \text{ناخالص}} \times \frac{۱\ mol\ Ba(OH)_2}{۱۷۱\ g\ Ba(OH)_2} \times \frac{۱\ mol\ H_2SO_4}{۱\ mol\ Ba(OH)_2} = ۰/۲۷\ mol$$

از ۰/۲۷۳ مول سولفوریک اسید موجود در محلول اولیه، مقدار ۰/۲۷ مول از سولفوریک اسید صرف واکنش با باریم هیدروکسید شده و مقدار ۰/۰۰۳ مول از آن در محلول باقی‌مانده است. سولفوریک اسید، یک اسید **دو پروتون‌دار** است، پس می‌توان گفت هر مول سولفوریک اسید، ۲ مول یون هیدرونیوم در محلول تولید می‌کند؛ بنابراین مقدار ۰/۰۰۶ مول یون هیدرونیوم در محلول نهایی وجود دارد. طبق فرض سؤال، حجم محلول نهایی ۴۰۰ میلی‌لیتر است. سپس غلظت یون هیدرونیوم در این محلول و مقدار pH محلول را حساب می‌کنیم:

$$[H^+] = \frac{n}{V} = \frac{۰/۰۰۶}{۰/۴} = ۰/۰۱۵\ mol.L^{-1}$$
$$pH = -log[H^+] = -log\,۰/۰۱۵ = ۱/۸$$

سپس جرم نمک باریم سولفات تولید شده طی مصرف ۰/۲۷ مول سولفوریک اسید را حساب می‌کنیم:

$$?\,g\ BaSO_4 = ۰/۲۷\ mol\ H_2SO_4 \times \frac{۱\ mol\ BaSO_4}{۱\ mol\ H_2SO_4} \times \frac{۲۳۳\ g\ BaSO_4}{۱\ mol\ BaSO_4} = ۶۲/۹۱\ g$$

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۵۸ معادلهٔ واکنش **صابونی شدن** به‌صورت زیر است:

$$C_{15}H_{31}O_2 + NaOH \longrightarrow C_{15}H_{29}O_2Na + H_2O$$

ابتدا جرم مولی صابون را به‌دست می‌آوریم:

$$\text{جرم مولی صابون} = (۱۵ \times ۱۲) + (۲۹ \times ۱) + (۲ \times ۱۶) + ۲۳ = ۲۶۴\ g.mol^{-1}$$

در قدم بعدی جرم سدیم هیدروکسید مصرف شده را حساب می‌کنیم:

$$?\,g\ NaOH = ۹۹\ g\ \text{صابون ناخالص} \times \frac{۸۰\ g\ \text{صابون}}{۱۰۰\ g\ \text{صابون ناخالص}} \times \frac{۱\ mol\ \text{صابون}}{۲۶۴\ g\ \text{صابون}} \times \frac{۱\ mol\ NaOH}{۱\ mol\ \text{صابون}} \times \frac{۴۰\ g\ NaOH}{۱\ mol\ NaOH} = ۱۲\ g$$

جرم محلول سود برابر است با:

$$\text{جرم محلول سود} = \text{حجم محلول سود} \times \text{چگالی محلول سود} = ۱/۲\ g.mL^{-1} \times ۴۰۰\ mL = ۴۸۰\ g$$

با افزودن ۱۲۰ میلی‌لیتر آب خالص(معادل با ۱۲۰ گرم آب خالص) به محلول اولیه، جرم این محلول از ۴۸۰ گرم به ۶۰۰ گرم می‌رسد. در نهایت درصد جرمی محلول سود را به‌دست می‌آوریم:

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰۰ = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم آب اضافه شده} + \text{جرم محلول اولیه}} \times ۱۰۰ = \frac{۱۲}{۴۸۰ + ۱۲۰} \times ۱۰۰ = \text{درصد ۲}$$

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۵۹ عبارت‌های (ب) و (پ) درست هستند.

بررسی موارد:

«الف»: رسانایی الکتریکی هر محلول، با مجموع غلظت مولی یون‌های موجود در آن محلول رابطه **مستقیم** دارد. تنها در صورتی که **غلظت** و **دمای** دو محلول اسید قوی و ضعیف **یکسان** باشد، رسانایی الکتریکی محلول اسید قوی بیشتر خواهد بود چراکه اسید موجود در این محلول به مقدار بیشتری یونش یافته و حاوی یون‌های بیشتری خواهد بود. توجه داریم که رسانایی محلول یک اسید قوی با غلظت ناچیز(مثلاً غلظت 10^{-3} مول بر لیتر) می‌تواند از رسانایی محلول یک اسید ضعیف با غلظت خیلی بالاتر، کمتر باشد.

«ب»: هر چه ثابت یونش اسیدی در دمای معین بزرگ‌تر باشد، آن اسید در محلول خود بیشتر یونیده شده و غلظت یون‌های موجود در محلول آن بیشتر است. از این رو **ثابت یونش**، بیانی از میزان پیشرفت فرایند یونش تا زمان رسیدن به تعادل است. توجه داریم که در حالت تعادل، غلظت اسید و یون‌های حاصل از یونش آن در محلول به یک مقدار **ثابت** می‌رسد.

«پ»: واکنش‌های برگشت‌پذیر در شرایط مناسب، **هم‌زمان** در هر **دو جهت رفت و برگشت** انجام می‌شوند. در سامانه‌های تعادلی، واکنش‌های رفت و برگشت به‌طور پیوسته و با **سرعت برابر** انجام می‌شوند و به همین دلیل مقدار مواد شرکت‌کننده در سامانه ثابت می‌ماند.

«ت»: عملکرد بخش‌های مختلف بدن انسان به میزان مواد بازی و اسیدی موجود در قسمت‌های مختلف آن بستگی دارد. نمودار زیر، وضعیت اسیدی یا بازی بودن محتویات بدن انسان را نشان می‌دهد:



یک نمونه از خون خاصیت بازی داشته و با افزودن آب خالص به آن، غلظت مواد بازی موجود در خون کاهش پیدا کرده و در نهایت، مقدار pH این محلول **کاسته** می‌شود.

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

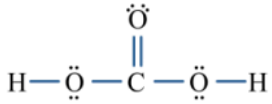
SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۶۰ عبارت‌های (ب) و (پ) درست هستند.

بررسی موارد:

«الف»: سدیم هیدروکسید، یک ترکیب یونی چندتایی(ترکیب یونی که در ساختار آن بیش از ۲ عنصر متفاوت وجود دارد) است که هنگام انحلال در آب، به یون‌های هیدروکسید و سدیم تفکیک شده و $[OH^-]$ را در محلول افزایش می‌دهد. به همین خاطر است که این ماده را یک باز آرنیوس می‌دانند. توجه داریم، به فرایندی که در آن یک ترکیب مولکولی مثل هیدروژن کلرید(HCl) یا هیدروژن سیانید(HCN) در آب به یون‌های مثبت و منفی تبدیل می‌شود، یونش می‌گویند. با توجه به این تعریف، فرایند **یونش** مختص به **ترکیب‌های مولکولی** بوده و مواد **یونی** مثل سدیم هیدروکسید($NaOH$)، به هنگام انحلال در آب **تفکیک** می‌شوند.

«ب»: **باران اسیدی** حاوی **نیتریک اسید**(HNO_3) و **سولفوریک اسید** است، در حالی که باران معمولی حاوی **کربنیک اسید** است که طی انحلال گاز کربن دی‌اکسید در آب تولید می‌شود. کربنیک اسید(H_2CO_3)، همانند سولفوریک اسید(H_2SO_4)، نوعی اسید **چند پروتون‌دار** بوده و توانایی آزاد کردن بیش از یک یون هیدرونیوم را دارد. ساختار لوویس کربنیک اسید به‌صورت زیر است:



همان‌طور که می‌دانیم، کربنیک اسید در مرحله اول یونش به یون هیدروژن کربنات و یون هیدروژن تبدیل شده و سپس در مرحله دوم یونش خود، به یون کربنات(یون CO_3^{2-}) تبدیل می‌شود.

«پ»: آب گازدار(محلول حاصل از انحلال گاز کربن دی‌اکسید در آب)، همانند اسید معده، از جمله محلول‌های اسیدی به شمار می‌رود. با توجه به نمودار کتاب درسی، اسید معده در مقایسه با آب گازدار خاصیت اسیدی بیشتری داشته و غلظت مولی یون هیدروکسید در آب گازدار و اسید معده به ترتیب 10^{-10} و 10^{-13} مول بر لیتر است. بر این اساس، داریم:

اسید معده > آب گازدار : غلظت مولی یون هیدروکسید

«ت»: با افزودن ۱۰۰ میلی‌لیتر آب خالص به ۱۰ میلی‌لیتر از یک محلول اسیدی، غلظت اسید حل شده در محلول مورد نظر $\frac{1}{11}$ برابر شده و طی این فرایند، pH محلول مورد نظر به اندازه ۱/۰۵ واحد افزایش پیدا می‌کند. این در حالی است که اگر ۹۰ میلی‌لیتر آب خالص به ۱۰ میلی‌لیتر از این محلول اسیدی می‌افزودیم، غلظت اسید حل شده در محلول مورد نظر $\frac{1}{10}$ برابر شده و طی این فرایند، pH محلول مورد نظر نیز به اندازه ۱ واحد افزایش پیدا می‌کرد.

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۶۱ غلظت محلول اسیدی بر مبنای گرم بر لیتر داده شده است. برای به‌دست آوردن غلظت مولی محلول، کافی است غلظت گرم بر لیتر را بر جرم مولی اسید مورد نظر تقسیم کنیم. در این رابطه، داریم:

$$\text{غلظت مول بر لیتر} \xrightarrow{\text{جرم مولی حل‌شونده} \div} \text{غلظت گرم بر لیتر}$$

با توجه به اینکه جرم مولی هیدروسیانیک اسید برابر با ۲۷ گرم بر مول است، پس می‌توان گفت در هر لیتر از محلول اسیدی ۰/۲ مول اسید حل شده و غلظت مولی محلول برابر با ۰/۲ مول بر لیتر خواهد بود. از آنجایی که pH محلول اسیدی داده شده برابر با ۵ است، پس داریم:

$$pH = -log[H^+] \rightarrow [H^+] = 10^{-pH} = 10^{-5}\ mol.L^{-1}$$

در قدم بعد، ثابت یونش اسید داده شده را محاسبه می‌کنیم:

$$K_a = \frac{[H^+]^2}{[HA]_{\text{اولیه}} - [H^+]} \xrightarrow{\text{جایگذاری}} \frac{(10^{-5})^2}{0/2 - \underbrace{10^{-5}}_{\text{قابل چشم پوشی}}} \Rightarrow K_a = 5 \times 10^{-10}\ mol.L^{-1}$$

در ادامه برای محاسبه درصد اسید یونیده شده(درصد یونش اسید در محلول)، مولاریتهٔ یون هیدرونیم را بر مولاریته اولیه اسید تقسیم کرده و حاصل را در ۱۰۰ ضرب می‌کنیم. بر این اساس، داریم:

$$\text{درصد یونش} = \frac{\text{مقدار اسید یونیده شده}}{\text{مقدار اولیه اسید}} \times 100 = \frac{10^{-5}}{0/2} \times 100 = 5 \times 10^{-3}\ \text{درصد}$$

(ماز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۶۲ غلظت یون هیدروژن را در محلول اولیه و محلول نهایی محاسبه می‌کنیم:

محلول اولیه : $[H^+_1] = ۰/۱\ mol.L^{-۱}$

محلول نهایی : $[H^+_۲] = ۱۰^{-pH} = ۱۰^{-۰/۷} = ۰/۲\ mol.L^{-۱}$

طی این فرایند، غلظت یون هیدروژن از ۰/۱ مول بر لیتر به ۰/۲ مول بر لیتر رسیده است. در قدم بعد، مقدار یون هیدروژن تولید شده در اثر یونش اسید HA را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,mol\,H^+ = ۰/۱\ L\ \text{محلول} \times \frac{(۰/۲ - ۰/۱)\ mol\,H^+}{۱\ L\ \text{محلول}} = ۰/۰۱\ mol$$

در قدم بعد، غلظت اسید حل شده در محلول ۱۰۰ میلی‌لیتری را محاسبه می‌کنیم:

$$[HA] = \frac{\text{مول } HA}{\text{لیتر محلول}} = \frac{۱۱۲۰\ mL\ HA \times \frac{۱\ L\ HA}{۱۰۰۰\ mL\ HA} \times \frac{۱\ mol\ HA}{۲۲/۴\ L\ HA}}{۰/۱\ L\ \text{محلول}} = ۰/۵\ mol.L^{-۱}$$

در ابتدای این فرایند، محلولی با غلظت ۰/۱ مول بر لیتر از یون H^+ در اختیار داشته‌ایم. با انحلال اسید HA در محلول، غلظت این اسید قبل از یونش آن برابر با ۰/۵ مول بر لیتر شده است. در طول مدت زمان برقرار شدن تعادل در محلول مورد نظر، از ۰/۵ مول بر لیتر اسید HA حل شده در محلول، ۰/۱ مول بر لیتر آن یونیده شده و ۰/۴ مول بر لیتر آن در محلول باقی‌مانده است. در این رابطه، داریم:

$$HA \text{ غلظت اولیه } ۰/۵ \text{ مول بر لیتر اسید} \xrightarrow{\text{یونش اسید}} \begin{cases} HA \text{ غلظت نهایی } ۰/۴ \text{ مول بر لیتر اسید} \\ H^+ \text{ تولید } ۰/۱ \text{ مول بر لیتر از یون} \\ A^- \text{ تولید } ۰/۱ \text{ مول بر لیتر از یون} \end{cases}$$

در محلول اولیه، ۰/۱ مول بر لیتر یون هیدروژن وجود داشته و ۰/۱ مول بر لیتر یون هیدروژن نیز به آن افزوده شده است. بر این اساس، می‌توان گفت در محلول نهایی غلظت یون هیدروژن و یون A^- به ترتیب برابر با ۰/۲ و ۰/۱ مول بر لیتر بوده و غلظت مولکول‌های اسید یونیده نشده نیز برابر با ۰/۴ مول بر لیتر است. بر این اساس، داریم:

$$K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]} = \frac{۰/۲ \times ۰/۱}{۰/۴} = ۰/۰۵\ mol.L^{-۱}$$

(مازاد ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۶۳ ابتدا غلظت اسید و باز موجود در دو محلول اولیه را حساب می‌کنیم. چون هیدروبرمیک اسید، اسیدی قوی و تک عاملی است، غلظت اولیه آن برابر غلظت یون هیدروژن می‌باشد. بر این اساس، داریم:

$$M_{HBr} = [H^+] = ۱۰^{-pH} \Longrightarrow M_{HBr} = ۱۰^{-۱/۷} = ۱۰^{۰/۳} \times ۱۰^{-۲} = ۲ \times ۱۰^{-۲}\ mol.L^{-۱}$$

همچنین چون پتاسیم هیدروکسید، بازی قوی و تک عاملی است، غلظت اولیه آن برابر غلظت یون هیدروکسید است.

$$M_{KOH} = [OH^-] = ۱۰^{pH-۱۴} \Longrightarrow M_{KOH} = ۱۰^{۱۱/۶-۱۴} = ۱۰^{-۲/۴} = ۱۰^{۰/۶} \times ۱۰^{-۳} = ۴ \times ۱۰^{-۳}\ mol.L^{-۱}$$

پس در این فرایند داریم:

$$a_{\text{اسید}} \times n_{\text{اسید}} \ ?\ a_{\text{باز}} \times n_{\text{باز}} \Longrightarrow ۱ \times (۲ \times ۲ \times ۱۰^{-۲}) > ۱ \times (۶ \times ۴ \times ۱۰^{-۳})$$

بنابراین ماده باقی‌مانده هیدروبرمیک اسید است. غلظت این ماده را حساب می‌کنیم:

$$M = \frac{a_۱n_۱ - a_۲n_۲}{V_{\text{محلول جدید}}} \Longrightarrow M = \frac{۱ \times ۲ \times ۲ \times ۱۰^{-۲} - ۱ \times ۶ \times ۴ \times ۱۰^{-۳}}{(۲ + ۶)} = \frac{۱۶ \times ۱۰^{-۳}}{۸} = ۲ \times ۱۰^{-۳}\ mol.L^{-۱}$$

در واقع، از ۰/۰۴ مول هیدروبرمیک اسید اولیه موجود در محلول، ۰/۰۲۴ مول از آن توسط باز خنثی شده و باقی اسید در محلول باقی مانده است. بر این اساس، غلظت اسید قوی در محلول ایجاد شده برابر با ۰/۰۰۲ بوده و pH آن برابر است با:

$$pH = -\log[H^+] = -\log ۲ \times ۱۰^{-۳} = -\log ۲ + ۳ = ۲/۷$$

با توجه به محاسبات انجام شده، در محلول نهایی $pH = ۲/۷$ است.

(مازاد ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۶۴ عبارت‌های سوم و چهارم نادرست‌اند.

بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول: در فرآیند انحلال، اگر ذره‌های سازندهٔ حل شونده با مولکول‌های حلال جاذبهٔ مناسب برقرار کنند، حل شونده در حلال حل می‌شود؛ در غیر این صورت، ذره‌های حل‌شونده کنار هم باقی می‌مانند و در حلال پخش نمی‌شوند. در شیمی دهم خواندیم که فرایند انحلال هنگامی منجر به تشکیل محلول می‌شود که میزان جاذبهٔ بین حل‌شونده و حلال بیشتر از میانگین جاذبه‌ها در حلال خالص و حل شوندهٔ خالص باشد.

عبارت دوم: لکهٔ عسل را می‌توان به راحتی با آب شست و پاک کرد؛ زیرا عسل حاوی مولکول‌های قطبی (قندها) است که در ساختار آن‌ها شمار قابل توجهی گروه هیدروکسیل ($-OH$) وجود دارد. هنگامی که عسل وارد آب می‌شود، مولکول‌های سازندهٔ آن با مولکول‌های آب، پیوند هیدروژنی برقرار می‌کنند و در سرتاسر آن پخش می‌شوند.

عبارت سوم: اتیلن گلیکول، یک ترکیب مولکولی است و به صورت مولکولی نیز در آب حل می‌شود؛ در نتیجه این ماده در ساختار خود فاقد یون‌های مثبت و منفی است و حتی با انحلال در آب نیز موجب ایجاد یون‌های مثبت و منفی نمی‌شود!

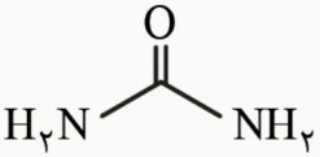
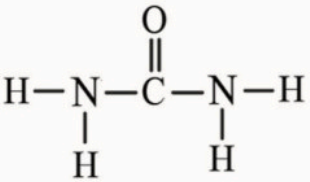
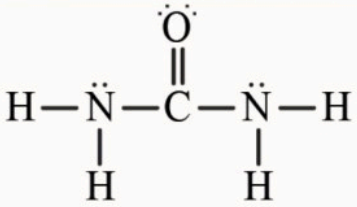
عبارت چهارم: همانطور که گفتیم، فرایند انحلال زمانی منجر به تشکیل محلول می‌شود که بین ذره‌های حلال و حل شونده، جاذبه‌های مناسبی برقرار شود؛ نه این‌که لزوماً موادی که ذره‌های سازنده‌شان، اندازه‌های مشابهی دارند، بتوانند در یکدیگر حل شوند!

عبارت پنجم:

نکته **در مورد ویژگی‌های اوره باید بدانید:**

۱ اوره ترکیبی آلی با فرمول شیمیایی $CO(NH_2)_2$ است.

۲ ساختار لوویس، فرمول ساختاری و مدل نقطه ـ خط آن به صورت زیر می‌باشد:

مدل پیوند – خط	فرمول ساختاری	ساختار لوویس
		

۳ هر مولکول اوره دارای ۸ جفت الکترون پیوندی (شامل ۶ پیوند یگانه و یک پیوند دوگانه) و ۴ جفت الکترون ناپیوندی است.

۴ مولکول‌های این ماده قطبی بوده و در نتیجه در حلال‌های قطبی حل می‌شوند. این ماده به دلیل داشتن اتم‌های هیدروژن متصل به اتم نیتروژن می‌تواند با مولکول‌های آب پیوند هیدروژنی برقرار کند؛ به همین خاطر در آب به خوبی حل می‌شود.

(ماراتون ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۶۵ **بررسی گزینه‌ها:**

۱ و ۴ سدیم هیدروکسید موجود در مخلوط، یک باز آرنیوس محسوب می‌شود؛ لذا این مخلوط نوعی پاک کننده خورنده بازی محسوب می‌شود. همچنین مخلوط شامل آب و صابون نیز خاصیت بازی دارد؛ در نتیجه رنگ کاغذ pH در محلول آبی حاصل از مخلوط پودر آلومینیم و سدیم هیدروکسید با مخلوط شامل آب و صابون، یکسان می‌باشد.

۲ در صورت حل شدن این مخلوط در آب، چون واکنش انجام شده گرماده است؛ لذا دمای ظرف حاوی آن افزایش می‌یابد.

۳ در اثر حل شدن مخلوط و انجام واکنش، گاز هیدروژن (H_2) به همراه سایر فراورده‌ها تولید می‌شود؛ نه گاز اکسیژن (O_2)!

(ماراتون ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۶۶ موارد اول و سوم درست‌اند.

بررسی موارد نادرست:

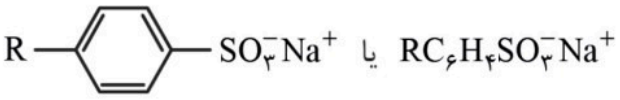
مورد دوم) $RC_6H_4SO_3^-Na^+$ (پاک کننده غیرصابونی) همانند $RCOO^-Na^+$ (صابون) یک پاک کننده است با این تفاوت که از مواد پتروشـــیمیایی طی واکنش‌های پیچیده در صنعت تولید می‌شـــود؛ در نتیجه تولید پاک کننده‌های غیرصابونی با وجود در دسترس بودن مواد اولیه برای ساخت آنها، چندان هم سهل و ساده نیست!

مورد چهارم) پاک کننده‌های صابونی و غیرصابونی، هر دو براساس برهم کنش میان ذره‌ها عمل می‌کنند و با آنها واکنش نمی‌دهد؛ لذا پاک کننده‌های غیرصابونی نیز مانند پاک کننده‌های صابونی، فاقد خاصیت خورندگی هستند.

(ماراتون ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

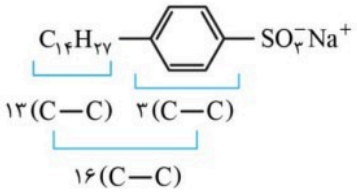
۶۷ فرمول عمومی پاک‌کننده‌های غیرصابونی به صورت زیر است:



چون در ساختار پاک کننده غیرصابونی موردنظر، تعداد پیوندهای $C-H$ برابر ۳۱ است؛ در نتیجه شمار اتم‌های هیدروژن در ساختار این پاک کننده، برابر ۳۱ است.

همچنین باتوجه به این‌که در این ساختار، ۱۱ گروه CH_2 وجود دارد، داریم:

- اگر R، زنجیر هیدروکربنی سیرشده باشد، باتوجه به این‌که کربن ابتدای زنجیر CH_3 است، فرمول گروه R به صورت $-C_{12}H_{25}$ و تعداد اتم‌های هیدروژن در این ساختار، برابر ۲۹ خواهد بود که با تعداد اتم هیدروژن موردنظر منطبق نیست.
- اگر R، زنجیر هیدروکربنی سیرنشده دارای یک پیوند دوگانه $C=C$ باشد؛ در نتیجه در این ساختار، یک گروه CH_3، دو گروه CH و یازده گروه CH_2 و در مجموع در گروه R این ساختار، ۱۴ اتم کربن وجود داشته و فرمول آن به صورت $C_{14}H_{27}$ و تعداد اتم‌های هیدروژن این ساختار، برابر ۳۱ می‌شود که درست است:



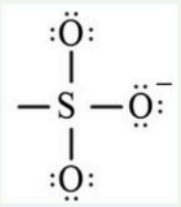
همچنین جرم مولی این پاک کننده با فرمول شیمیایی $C_{14}H_{27}C_6H_4SO_3^-Na^+$، برابر ۳۷۴ گرم بر مول است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

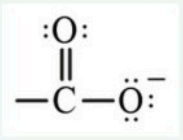
۱ در ساختار این پاک کننده، مجموعاً ۴ پیوند دوگانه $C=C$ وجود دارد؛ بنابراین هر مول از این پاک کننده با ۴ مول هیدروژن به طول کامل سیر می‌شود.

۲

نکته در ساختار پاک کننده‌های غیرصابونی برخلاف اغلب ترکیب‌های آلی که قبلاً با آن‌ها سرو کار داشتیم، هر اتم اکسیژن سه جفت الکترون ناپیوندی دارد:



حواستون باشه که یکی از اتم‌های اکسیژن در گروه $-COO^-$ پاک کننده‌های صابونی نیز سه جفت الکترون ناپیوندی دارد:



۳ پاک کننده‌های غیرصابونی در آب‌های سخت مانند آب مناطق کویری نیز خاصیت پاک کنندگی خود را حفظ می‌کنند و درواقع این پاک کننده‌ها در حضور یون‌های Ca^{2+} و Mg^{2+}، رسوب نمی‌دهند! در واقع نمک‌های فسفات، برای افزایش قدرت پاک کنندگی به صابون‌ها افزوده می‌شود.

(ماراتون ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۶۸ تنها عبارت آخر درست است.

بررسی عبارت‌های نادرست:

عبارت اول) یافته‌های تجربی نشـــان می‌دهد که آب و همهٔ محلول‌های آبی، حاوی یون‌های هیدرونیوم (H^+) و هیدروکسید (OH^-) هســـتند. درواقـــع در محلول‌های اســـیدی مانند محلول موجود در ظرف (I) هم یون هیدروکســـید وجود دارد، فقـــط غلظت آن از یون هیدرونیوم کمتر اســـت. به همین ترتیب در محلول‌های بازی مانند محلـــول موجود در ظرف (II) هم یون هیدرونیوم وجود دارد و فقط غلظت آن از یون هیدروکسید کمتر است.آزمو ن وی ای پی

عبارت دوم) در اثر انحلال هر مول از دو ترکیب فرض شده، ۲ مول آنیون حاصل می‌شود، در نتیجه شمار آنیون‌های موجود در محلول هر دو ظرف (I) و (II) برابر خواهد بود.

عبارت سوم) هرچه مجموع غلظت یون‌های موجود در یک محلول بیشتر باشد، رسانایی الکتریکی آن محلول بیشتر است. در هرکدام از محلول‌های موجود در ظرف‌های (I) و (II)، شمار یون‌ها برابر است، حال باتوجه به یکسان بودن حجم دو ظرف، غلظت یون‌های موجود در دو محلول و در نتیجه رسانایی الکتریکی آنها برابر خواهد بود.

(ماراتون ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۶۹ فرمول مولکولی سه ترکیب اتیلن گلیکول، اوره و روغن زیتون به صورت زیر است:

اتیلن گلیکول : $C_۲H_۶O_۲ \rightarrow a=\frac{۲}{۲}=۱, x=\frac{۲}{۶}=\frac{۱}{۳}$

اوره : $CO(NH_۲)_۲ \rightarrow b=\frac{۱}{۱}=۱, y=\frac{۱}{۴}$

روغن زیتون : $C_{۵۷}H_{۱۰۴}O_۶ \rightarrow c=\frac{۵۷}{۶}, z=\frac{۵۷}{۱۰۴}$

بررسی گزینه‌ها:

۱ و ۳ $x=\frac{۱}{۳}$، $y=\frac{۱}{۴}$ و $z=\frac{۵۷}{۱۰۴}$ است؛ در نتیجه مقایسه درست این سه مقدار به صورت $y<x<z$ می‌باشد.

۲ $۴/۵(a+b)=۹$ و $c=\frac{۵۷}{۶}$ است؛ لذا $c>۴/۵(a+b)$ می‌باشد.

۴ $a+c>۱۰$ و $۱۰b=۱۰$است؛ لذا $۱۰b<a+c$ می‌باشد.

(ماراتون ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۷۰ **بررسی سایر گزینه‌ها:**

۱ مخلوط A یک نوع کلوئید است و نور را پخش می‌کند و مخلوط B، به عنوان یک محلول، نور را از خود عبور داده و پخش نمی‌کند؛ به عبارت دیگر هنگام عبور نور از آن، مسیر عبور نور قابل مشاهده نیست.

۲ مخلـــوط A بـــه عنوان یک کلوئیـــد، ناهمگن و پایدار و مخلوط C به عنوان یک سوسپانســـیون، ناهمگن و ناپایدار اســـت؛ در نتیجه مخلوط‌های A و C از همگن یا ناهمگن بودن، مشابه اما از نظر پایداری متفاوت‌اند.

۳ مخلوط A به عنوان یک کلوئید می‌تواند مخلوط آب، روغن و صابون باشد، درواقع ذرات سازنده مخلوط آب، روغن و صابون به عنوان یک کلوئید، توده‌های مولکولی با اندازه‌های متفاوت هستند.

(ماراتون ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۷۱ عبارت‌های (آ) و (ت) درست‌اند.

بررسی عبارت‌ها:

الف و **ت** سوانت آرنیوس نخستین کسی بود که اسیدها و بازها را بر یک مبنای علمی توصیف کرد. وی بر روی رسانایی الکتریکی محلول‌های آبی کار می‌کرد و به این نتیجه رسید که محلول اسیدها و بازها رسانای جریان الکتریکی هستند؛ هرچند میزان رسانایی آن‌ها با یکدیگر یکسان نیست.

می‌توان اسید و باز را براساس مدل آرنیوس تشخیص داد اما نمی‌توان درباره میزان اسیدی یا بازی بودن یک محلول اظهارنظر کرد.

ب بعضی مواد مانند اتانول، نمک خوراکی و ...، نه اسید آرنیوس‌اند و نه باز آرنیوس!

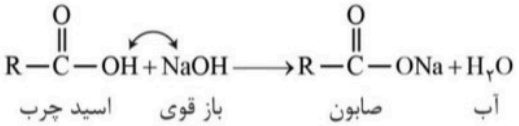
پ پیش از آنکه ساختار اسیدها و بازها شناخته شود، شیمی‌دان‌های قبلی افزون بر ویژگی‌های اسیدها و بازها با برخی واکنش‌های آنها نیز آشنا بودند.

(ماراتون ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

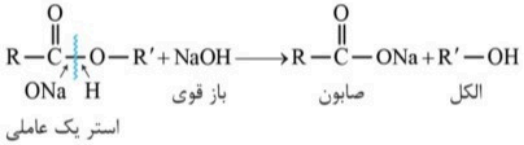
SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۷۲ این واکنش‌ها رو خوب یاد بگیرید که ممکنه ازش مسئله استوکیومتری بدن!

۱) ۱ مول آب + ۱ مول صابون ← ۱ مول باز قوی + ۱ مول اسید چرب

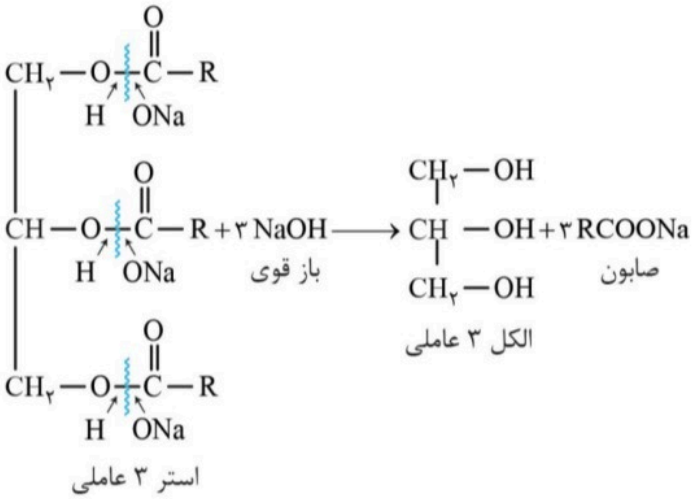


۲) ۱ مول الکل یک عاملی + ۱ مول صابون ← ۱ مول باز قوی + ۱ مول استر یک عاملی



۳) ۱ مول الکل سه عاملی(گلیسیرین) + ۳ مول صابون ← ۳ مول باز قوی + ۱ مول استر سه عاملی (چربی)

$$C_3H_5(RCOO)_3 + 3NaOH \rightarrow 3RCOONa + C_3H_5(OH)_3$$



نخست فرمول مولکولی اسید چرب A را تعیین می‌کنیم:

اسید چرب A، در زنجیر هیدروکربنی خود، ۱۷ اتم کربن و دو پیوند دوگانه $C=C$ دارد و درواقع سیرنشده است؛ در نتیجه چون به ازای هر پیوند دوگانه $C=C$، ۲ اتم هیدروژن از حالت سیرشده کم می‌شود، فرمول مولکولی آن به صورت $C_{17}H_{31}COOH$ یا $C_{18}H_{32}O_2$ خواهد بود.

در قدم بعدی معادله واکنش‌های انجام شده را می‌نویسیم:

$$\text{واکنش (I)}: C_{17}H_{31}COOH + KOH \rightarrow C_{17}H_{31}COOK + H_2O$$

$$\text{واکنش (II)}: 2C_{17}H_{31}COOK + Mg^{2+} \rightarrow (C_{17}H_{31}COO)_2Mg + 2K^+$$

حال باتوجه به جرم اسید چرب A مصرفی و جرم رسوب تولیدی داریم:

$$2C_{17}H_{31}COOH \sim (C_{17}H_{31}COO)_2Mg$$

$$\frac{\text{جرم اسید چرب A مصرفی} \times \frac{R_1}{100} \times \frac{R_2}{100}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{جرم رسوب تولیدی}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \rightarrow \frac{112 \times \frac{R_1}{100} \times \frac{R_2}{100}}{2 \times 280} = \frac{69/84}{1 \times 582} \rightarrow R_1 \times R_2 = 6000$$

باتوجه به گزینه‌ها فقط در گزینه ۳، حاصل‌ضرب بازده درصدی واکنش‌های (I) و (II)، برابر ۶۰۰۰ است.

(ماراتون ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۷۳ **محاسبهٔ غلظت ppm یون‌ها در محلول آبی یک ترکیب یونی:**

در برخی از مسائل، مقدار یک ترکیب و جرم محلول را داریم و باید غلظت ppm یک کاتیون یا آنیون را حساب کنیم. برای این کار ابتدا بعد از نوشتن معادلهٔ تفکیک ترکیب یونی در آب، باید به روش کسر تبدیل یا کسر تناسب، از مقدار ترکیب به جرم یون موردنظر برسیم و سپس از رابطهٔ ppm استفاده کنیم. مثلاً اگر جرم ترکیب را داشتیم:

گرم ترکیب ← مول ترکیب ← مول یون ← گرم یون

در محلول آب سخت، مقدار مول $MgCl_2$ را برابر a در نظر می‌گیریم:

$$a\,mol\,MgCl_2 \begin{matrix} a\,mol\,Mg^{2+} \sim 24a\,g\,Mg^{2+} \\ 2a\,mol\,Cl^- \sim 71a\,g\,Cl^- \end{matrix}$$

طبق داده‌های سوال، تفاوت غلظت ppm یون‌های Mg^{2+} و Cl^- در این محلول، برابر ۱۴۱۰ است:

$$\frac{\text{تفاوت جرم یون‌ها}\,(71a-24a)\,g}{\text{آب سخت}\,5L\times\frac{10^3\,mL}{1L}\times\frac{1g}{1mL}}\times10^6=1410\rightarrow\frac{47a}{5}=1/41\rightarrow a=0/15\,mol$$

بنابراین در نمونه آب سخت، ۰/۱۵ مول $MgCl_2$ حل شده و در نتیجه ۰/۱۵ مول یون Mg^{2+} وجود دارد.

معادله موازنه شده واکنش محلول پتاسیم فسفات با محلول منیزیم کلرید به صورت زیر است:

$$2K_3PO_4(aq)+3MgCl_2(aq)\rightarrow Mg_3(PO_4)_2(s)+6KCl(aq)$$

در نهایت باید محاسبه کنیم طبق این معادله، چند میلی‌لیتر محلول پتاسیم فسفات با غلظت ۱۰/۶ گرم بر لیتر، با ۰/۱۵ مول منیزیم کلرید واکنش می‌دهد:

$$\frac{\text{پتاسیم فسفات}\quad mL\times\frac{1L}{10^3\,mL}\times\frac{10/6\,g\,K_3PO_4}{1L}}{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب}}=\frac{mol\,MgCl_2}{\text{ضریب}}\rightarrow\frac{x\times\frac{1}{10^3}\times\frac{10/6}{1}}{2\times212}=\frac{0/15}{3}\rightarrow x=2000\,mL$$

(ماراتون ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۷۴ ابتدا باید درستی یا نادرستی عبارت داده شده را تعیین کنیم:

نکته نوعی پاک کنندهٔ خورنده که به شکل پودر عرضه می‌شود، شامل مخلوط سدیم هیدروکسید و پودر آلومینیم است. معادلهٔ نوشتاری واکنش این مخلوط با آب به صورت زیر است:

$$\text{فراورده های دیگر} + \text{گاز هیدروژن} \longrightarrow \text{آب} + \text{مخلوط آلومینیم و سدیم هیدروکسید} \quad (\Delta H < 0)$$

از این پودر برای باز کردن لوله‌ها و مسیرهایی استفاده می‌شود که بر اثر ایجاد رسوب و تجمع چربی‌ها بسته شده‌اند.

بنابراین مخلوطی که به عنوان پودر لوله بازکن استفاده می‌شود، شامل سدیم هیدروکسید و پودر آلومینیم است؛ نه سدیم جامد و آلومینیم هیدروکسید!

جمله داده شده نادرست است و بدین ترتیب باید به دنبال گزینه نادرست باشیم:

۱ شربت معده و دوغ به عنوان نمونه‌هایی از سوسپانسیون‌ها و سس مایونز به عنوان یک کلوئید، همگی جزو مخلوط‌های ناهمگن محسوب می‌شوند.

۲ مخلوط آب، صابون و هگزان همانند ژله، کلوئید است؛ لذا مخلوطی پایدار و ناهمگن بوده و نور را پخش می‌کند.

۳ وقتی صابون وارد آب می‌شود، به علت ایجاد جاذبهٔ قوی یون – دو قطبی بین صابون و مولکول‌های آب، جزء کاتیونی (+) و آنیونی (–) صابون از هم جدا می‌شوند. از این‌جا به بعد دیگر با جزء کاتیونی کاری نداریم. بنابراین جزء کاتیونی صابونی نقشی در پاک کنندگی آن ندارد.

۴ شیر و نوشابه، به ترتیب کلوئید و محلول هستند؛ در نتیجه شیر همانند نوشابه پایدار ولی برخلاف آن ناهمگن است.

(ماراتون ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

۷۵ غلظت یون هیدروکسید (OH^-) در دو محلول داده شده، برابر است. از آنجا که در دمای $25^\circ C$، $[H^+].[OH^-] = 10^{-14}$ است؛ می‌توان گفت که در این دو محلول، غلظت یون هیدرونیوم (H^+) نیز برابر بوده و pH آنها یکسان است.

همه عبارت‌های داده شده نادرست‌اند.

بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول) غلظت یون هیدرونیوم در هر دو محلول برابر است؛ بنابراین غلظت یون‌های B^- و A^- نیز در دو محلول برابر می‌باشد؛ در نتیجه باتوجه به برابر بودن غلظت یون‌های موجود در دو محلول، می‌توان گفت که رسانایی الکتریکی دو محلول، با هم برابر است.

عبارت‌های دوم و چهارم) غلظت محلول HB کم‌تر از محلول HA بوده است اما به اندازهٔ HA یون هیدرونیوم تولید کرده است و این نشان می‌دهد که HB نسبت به HA، اسید قوی‌تری است و ثابت یونش آن بزرگ‌تر است.

نکته سرعت واکنش اسید با فلز معین، به غلظت یون هیدرونیوم محلول آن بستگی دارد. هرچه $[H^+] \uparrow \Leftarrow$ سرعت واکنش اسید با فلز $\uparrow$ در نتیجه از آن‌جا که غلظت یون H^+ در دو محلول داده شده یکسان است؛ در نتیجه می‌توان گفت که سرعت واکنش آنها با قطعه‌ای از فلز منیزیم برابر است.

عبارت سوم) باتوجه به برابر بودن غلظت یون هیدرونیوم (H^+) در دو محلول، مقدار $M.\alpha$ در آنها یکسان است و از آن‌جا که غلظت محلول HA بیشتر از غلظت محلول HB است $(b < a)$؛ در نتیجه درجه یونش (α) اسید HB بزرگ‌تر از درجه یونش (α) اسید HA است.

(ماراتون ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۷۶ عبارت‌های ب، پ و ت درست هستند.

بررسی عبارت‌ها:

الف سولفوریک اسید یک اسید دو پروتون‌دار قوی است که مرحله اول یونیش آن یک‌طرفه ولی مرحله دوم یونیش آن ضعیف است از این رو در محلول‌هایی از HCl و H_2SO_4 با غلظت مولی برابر غلظت یون‌ها در محلول H_2SO_4 اندکی بیشتر است. پس رسانایی الکتریکی محلول آن بیشتر است.

ب هیدروفلوئوریک اسید (HF)، یک اسید ضعیف و هیدروبرمیک اسید (HBr)، یک اسید قوی است؛ در نتیجه درجه یونش محلول هیدروبرمیک اسید بیشتر از محلول هیدروفلوئوریک اسید است و به همین دلیل در شرایط یکسان، شمار مولکول‌های دو اتمی (مولکول‌های یونیده نشده اسید) در محلول HF، بیشتر از محلول HBr است.

پ

نکته در کربوکسیلیک اسیدها با فرمول کلی $RCOOH$ با افزایش شمار اتم‌های کربن در زنجیر هیدروکربنی، قدرت اسیدی کاهش می‌یابد و K_a کوچک می‌شود؛ بنابراین می‌توان گفت که فورمیک اسید ($HCOOH$) از استیک اسید (CH_3COOH) تا حدی قوی‌تر است و از ثابت یونش اسیدی بزرگ‌تری برخوردار است.

فورمیک اسید ($HCOOH$)، نسبت به استیک اسید (CH_3COOH) اسید قوی‌تری است؛ در نتیجه در شرایط یکسان سرعت واکنش آن با فلز لیتیم بیشتر می‌باشد.

ت نیتریک اسید (HNO_3)، یک اسید قوی و نیتروواسید (HNO_2)، یک اسید ضعیف است؛ در نتیجه در شرایط یکسان، شمار و غلظت یون هیدرونیوم (H^+) در محلول HNO_3 بیشتر از محلول HNO_2 می‌باشد و باتوجه به ثابت بودن حاصل‌ضرب $[H^+][OH^-]$ در شرایط معین، می‌توان گفت که شمار و غلظت یون هیدروکسید (OH^-) در محلول HNO_2 بیشتر از محلول HNO_3 است.

(ماراتون ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۷۷ عبارت‌های «آ» و «پ» درست‌اند.

الف محلول مولار یک اسید به معنای محلولی با غلظت یک مولار از آن است و با توجه به این که ترتیب قدرت این اسیدها به صورت $HB < HA < HZ$ می‌باشد، در نتیجه در شرایط یکسان، pH محلول HZ کمتر از دو محلول دیگر و pH محلول HA نیز کمتر از محلول HB است.

پ سه اسید HA، HB و HZ اسیدهای تک‌پروتون‌دار هستند و در حجم و غلظت یکسان، حجم گاز هیدروژن حاصل از واکنش آن‌ها با فلز آهن، یکسان می‌باشد.

بررسی عبارت‌های نادرست:

ب شمار یون‌های موجود در محلول، تعیین کننده میزان رسانایی الکتریکی آن است، حواستون کجاست؟!

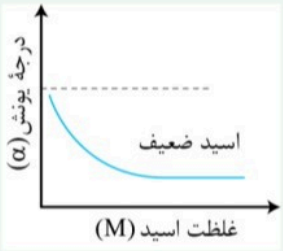
رسانایی الکتریکی و شمار مولکول‌های یونیده نشده اسید در محلول‌های اسیدی، تنها به قدرت اسیدی (K_a) وابسته نیست، بلکه مقدار و غلظت اولیه اسید نیز در آن موثر است. به علاوه اینکه گفتنی است در شرایط یکسان از نظر دما، غلظت و حجم، شمار مولکول‌ها در محلول اسید HA که ضعیف‌تر از دو اسید دیگر است، باید بیش‌تر باشد.

ت

نکته برای اسیدهایی ضعیف، رابطهٔ $K_a = M.\alpha^2$ برقرار است. ثابت یونش تنها تابع دماست؛ بنابراین در دمای معین، K_a ثابت بوده و می‌توان گفت در اسیدهای ضعیف، با افزایش غلظت مولی (M)، درجهٔ یونش (α) کاهش می‌یابد تا حاصل‌ضرب آن‌ها (K_a) ثابت بماند:

$$K_a = M\uparrow \alpha^2\downarrow \quad \text{یا} \quad \text{در دمای ثابت}: \alpha^2 \propto \frac{1}{M}\left(\frac{\alpha_2}{\alpha_1} = \sqrt{\frac{M_1}{M_2}}\right)$$

پس حواستون باشه با غلیظ‌تر شدن محلول یک اسید ضعیف در دمای ثابت، درجهٔ یونش اسید کاهش می‌یابد. به این ترتیب نمودار درجهٔ یونش یک اسید ضعیف برحسب تغییرات غلظت آن به صورت مقابل است:



اسیدهای HA و HB، اسیدهایی ضعیف هستند؛ در نتیجه فرایند یونش آن‌ها در آب تعادلی است. در اسیدهای ضعیف، با افزایش مقدار اسید و غلیظ‌تر شدن محلول، درجه یونش (α) اسید کاهش می‌یابد؛ در نتیجه درجه یونش این دو اسید، از درجه یونش اسید قوی HZ دورتر می‌شود.

در مورد عبارت (پ) این نکته را به خاطر بسپارید:

نکته در واکنش یک فلز با محلول دو اسید تک پروتون‌دار در دما و غلظت یکسان:

۱ سرعت تولید گاز H_2 ⇐ اسید قوی > اسید ضعیف ۲ مقدار H_2 تولیدی در پایان واکنش ⇐ اسید قوی = اسید ضعیف ⇐ زیرا در معادلهٔ هر دو واکنش ضرایب استوکیومتری H_2 و اسید یکسان است، مثلاً اگر فلز کاتیون $+2$ تشکیل دهد (مانند منیزیم یا آهن)، معادلهٔ واکنش به صورت مقابل است:

$$M + 2HA \rightarrow MA_2 + H_2$$

(ماراتون ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۷۸ ابتدا باید محاسبه کنیم باتوجه به این‌که در محلول حاصل، غلظت یون هیدروکسید (OH^-)، ۴۹×۱۰^{۱۰} برابر غلظت یون هیدرونیوم (H^+) است، غلظت یون OH^- در این محلول چقدر است:

$$\frac{[OH^-]}{[H^+]}=۴۹\times۱۰^{۱۰} \xrightarrow{\text{دمای اتاق: } [H^+][OH^-]=۱۰^{-۱۴}} \frac{[OH^-]}{\frac{۱۰^{-۱۴}}{[OH^-]}}=۴۹\times۱۰^{۱۰} \rightarrow [OH^-]^۲=۴۹\times۱۰^{-۴}$$

$$\rightarrow [OH^-]=۷\times۱۰^{-۲}\,mol.L^{-۱}$$

سپس باید حساب کنیم چند گرم باریم هیدروکسید ($Ba(OH)_۲$) باید به ۲ لیتر آب اضافه کنیم تا غلظت یون OH^- در محلول حاصل برابر ۰/۰۷ مول بر لیتر باشد:

$$?g\,Ba(OH)_۲=۷\times۱۰^{-۲}\,mol.L^{-۱}[OH^-]\times۲L \times\frac{۱mol\,Ba(OH)_۲}{۲mol\,OH^-}\times\frac{۱۷۱g\,Ba(OH)_۲}{۱mol\,Ba(OH)_۲}=۱۲g\,Ba(OH)_۲$$

pH این محلول برابر است با:

$$[H^+]=\frac{۱۰^{-۱۴}}{[OH^-]}=\frac{۱۰^{-۱۴}}{۷\times۱۰^{-۲}}=\frac{۱}{۷}\times۱۰^{-۱۲} \rightarrow pH=-\log(\frac{۱}{۷}\times۱۰^{-۱۲})=۱۲+\log۷=۱۲/۸۵$$

باتوجه به معادله یونش پرکلریک اسید ($HClO_۴(aq)\rightarrow H^+(aq)+ClO_۴^-(aq)$)، مشخص است که این واکنش، تعادلی نبوده و به همین دلیل، پرکلریک اسید، یک اسید قوی تک‌پروتون‌دار به حساب می‌آید. حال باید pH محلول ۰/۰۰۲ مولار پرکلریک اسید را حساب کنیم:

$$[H^+]=[HClO_۴]=۰/۰۰۲\,mol.L^{-۱} \rightarrow pH=-\log(۰/۰۰۲)=-\log(۲\times۱۰^{-۳})=۳-\log۲=۲/۷$$

در نهایت تفاوت pH دو محلول برابر است با:

$$۱۲/۸۵-۲/۷=۱۰/۱۵$$

(ماراتون ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۷۹

$$b\text{ محلول}: \Delta pH=\frac{۱}{۲}\log\frac{V_۲}{V_۱}=\frac{۱}{۲}\log۳=۰/۲۵ \qquad a\text{ محلول}: \Delta pH=\frac{۱}{۲}\log\frac{V_۲}{V_۱}=\frac{۱}{۲}\log۲=۰/۱۵$$

تذکر در اسیدها، با رقیق کردن محلول، pH افزایش یافته و به ۷ نزدیک می‌شود.

بنابراین pH نهایی دو محلول a و b پس از رقیق شدن برابر است با:

$$b\text{ محلول}: pH\text{ نهایی محلول}=۲/۴+۰/۲۵=۲/۶۵ \qquad a\text{ محلول}: pH\text{ نهایی محلول}=۴/۱+۰/۱۵=۴/۲۵$$

در نهایت تفاوت pH نهایی دو محلول را حساب می‌کنیم:

$$\text{تفاوت pH نهایی دو محلول}=۴/۲۵-۲/۶۵=۱/۶$$

(ماراتون ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۸۰ **گام اول:** ابتدا براساس واکنش انجام شده، غلظت مولی محلول سود را به دست می‌آوریم.

$$CH_3COOH \sim NaOH$$

$$M_a \times n_a \times V_a = M_b \times n_b \times V_b \rightarrow \overbrace{0/025 \times 1 \times 4}^{CH_3COOH} = \overbrace{M \times 1 \times 10}^{NaOH} \rightarrow M_{NaOH} = 0/1$$

غلظت ۰/۱ مولار هم مربوط به ۱۰ میلی‌لیتر NaOH استفاده شده و هم مربوط به ۵۰ میلی‌لیتر محلول تولید شده است. زیرا با برداشتن حجمی از محلول، شمار ذره‌ها در واحد حجم تغییر نمی‌کند و غلظت ثابت می‌ماند.

گام دوم: برای بدست آوردن غلظت اولیه محلول سود از فرمول رقیق‌سازی استفاده می‌کنیم.

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2 \rightarrow 50 \times 0/1 = x \times 1 \rightarrow x = 0/5 mol.L^{-1}$$

گام سوم: غلظت محلول اولیه، ۰/۵ مولار بوده و pH این محلول به صورت زیر به دست می‌آید.

$$[NaOH] = [OH^-] = 0/5 \rightarrow pOH = -\log 0/5 = 1 - \log 5 = 0/3 \rightarrow pH = 14 - \underbrace{pOH}_{0/3} = 13/7$$

(ماراتون ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۸۱ تنها عبارت چهارم درست است.

بررسی همه موارد:

مورد اول: از آنجا که pH و در نتیجه غلظت یون هیدرونیوم در دو محلول با هم برابر است، سرعت واکنش قطعه‌ای از فلز منیزیم با دو محلول نیز برابر است.

مورد دوم: کلمه «خاصیت اسیدی» تعبیری از غلظت H^+ و pH است از آنجایی که pH دو محلول برابر است خاصیت اسیدی آن‌ها نیز برابر است.

مورد سوم: از آنجایی که pH اسید قوی و ضعیف برابر است، غلظت اولیه اسید ضعیف بیشتر بوده، یعنی مولاریته HF بیشتر از HCl است و مقدار فلز منیزیم مصرفی در محلول HF بیشتر خواهد بود.

مورد چهارم: در محلول (HCl) مقدار K_a بسیار بزرگ است اما HF اسید ضعیف است. در نتیجه ثابت یونش HCl به مراتب بزرگ‌تر است. از طرفی HCl به طور کامل یونیده شده و در محلول آن، مولکول‌های HCl یافت نمی‌شود اما HF اسید ضعیف است و بخش عمده‌ای از مولکول‌های HF یونیده نمی‌شوند.

(ماراتون ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۸۲ همه موارد نادرست است.

مورد اول: یکی از عوامل تأثیرگذار روی رسانایی الکتریکی محلول‌ها، غلظت یون‌ها است. برای مقایسه غلظت یون‌ها در محلول‌های اسیدی مختلف، نمی‌توان فقط به غلظت اولیه اسیدها توجه کرد، بلکه باید با در اختیار داشتن K_a یا α بتوان غلظت یون‌ها را مقایسه کرد. برای مثال ممکن است غلظت محلولی از HF از HCl بیشتر باشد، اما به علت کوچک‌تر بودن K_a آن، رسانایی الکتریکی محلول HCl بیشتر باشد.

مورد دوم: رابطه میان یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید به صورت خطی نبوده و حاصل‌ضرب آن‌ها مقدار ثابتی است. ($[H^+]\times[OH^-]=K_w$). برای مثال اگر غلظت یون هیدرونیوم ۳ برابر شود، غلظت هیدروکسید، $\frac{1}{3}$ برابر می‌شود. در چنین حالتی روند تغییرات غلظت این دو یون عکس یکدیگر است اما مقدار این تغییرات برابر نیست.

مورد سوم: واکنش‌های تعادلی، واکنش‌های برگشت‌پذیری هستند که واکنش‌های رفت و برگشت در آن‌ها به طور پیوسته انجام می‌شود و پس از رسیدن به تعادل، سرعت انجام این واکنش‌ها با یکدیگر برابر می‌شود. پس از برابر شدن سرعت واکنش رفت و برگشت، مقدار مواد شرکت کننده در تعادل ثابت می‌ماند. اما نمی‌توان در ارتباط با برابر بودن مقدار آن‌ها اظهار نظر درستی کرد.

مورد چهارم: واکنش‌های تعادلی در سامانه‌های بسته انجام می‌شوند. در چنین حالتی به علت پایستگی جرم و ثابت بودن حجم سامانه، در صورتی که تمام مواد واکنش گازی باشند، چگالی مخلوط گازها ثابت خواهد ماند.

(ماراتون ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۸۳ **گام اول:** ابتدا pH هریک از محلول‌های اولیه هیدروکلریک اسید را محاسبه می‌کنیم.

$$[H^+]\times[OH^-]=10^{-14}\rightarrow 4\times10^{+4}\times[OH^-]^2=10^{-14}\rightarrow[OH^-]^2=\frac{10^{-18}}{4}$$

$$\text{I})\ \frac{[H^+]}{[OH^-]}=4\times10^{+4}\rightarrow[H^+]=4\times10^{+4}[OH^-]$$

$$[OH^-]=\frac{10^{-9}}{2}=5\times10^{-10}\rightarrow[H^+]=2\times10^{-5}\rightarrow pH=4/7 \quad \text{(اسیدی‌تر)}$$

$$\text{II})\ \frac{[H^+]}{[OH^-]}=25\rightarrow[H^+]=25[OH^-]\rightarrow 25[OH^-]^2=10^{-14}\rightarrow[OH^-]=\frac{10^{-7}}{5}=2\times10^{-8}\rightarrow[H^+]=5\times10^{-7}$$

$$\rightarrow pH=6/3$$

گام دوم: pH نهایی محلول اسیدی‌تر را پس از افزودن مقدار KOH محاسبه می‌کنیم.

$$[HCl]_I=2\times10^{-5}\xrightarrow{V=1L}\text{mol}\,H^+=2\times10^{-5}$$

$$0/84\,\text{mg}\,KOH\times\frac{1\,\text{mol}}{56\,\text{g}}=0/015\times10^{-3}=1/5\times10^{-5}\,\text{mol}\,KOH$$

با افزودن KOH، واکنش خنثی شدن انجام می‌شود و هر مول OH^- با یک مول H^+ خنثی می‌شود.

$$\text{mol}H^+\ \text{نهایی}=2\times10^{-5}-1/5\times10^{-5}=0/5\times10^{-5}=5\times10^{-6}\xrightarrow{V=1L}[H^+]=5\times10^{-6}\rightarrow pH=6-0/7=5/3$$

گام سوم: باتوجه به محاسبه گام دوم باید با افزودن m گرم نیتریک اسید pH محلول دوم از ۶/۳ به ۵/۳ برسد.

$$\left.\begin{array}{l} pH=6/3\rightarrow[H^+]=10^{-6/3}=5\times10^{-7} \\ pH_{\text{نهایی}}=5/3\rightarrow[H^+]=10^{-5/3}=5\times10^{-6}\end{array}\right\}5\times10^{-6}-5\times10^{-7}=45\times10^{-7}\,\text{mol}\,HNO_3 \ \text{اضافه شده}$$

$$45\times10^{-7}\,\text{mol}\,HNO_3\times\frac{63\,\text{g}}{1\,\text{mol}\,HNO_3}=2835\times10^{-7}\,\text{g}\equiv0/2835\,\text{mg}$$

(ماراتون ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۸۴ باتوجه به pH این محلول می‌توانیم غلظت یون‌های هیدورنیوم و هیدروکسید را بدست آوریم.

$$pH = ۱/۷ \rightarrow [H^+] = ۱۰^{-۱/۷} = ۱۰^{-۲} \times ۱۰^{۰/۳} = ۲ \times ۱۰^{-۲} \quad [H^+] \times [OH^-] = ۱۰^{-۱۴}$$

$$۲ \times ۱۰^{-۲} \times [OH^-] = ۱۰^{-۱۴} \rightarrow [OH^-] = \frac{۱}{۲} \times ۱۰^{-۱۲} = ۵ \times ۱۰^{-۱۳}$$

$$\frac{[H^+]}{[OH^-]} = \frac{۲ \times ۱۰^{-۲}}{۵ \times ۱۰^{-۱۳}} = ۰/۴ \times ۱۰^{۱۱} \rightarrow ۴ \times ۱۰^{۱۰}$$

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ برای رقیق‌سازی اسیدها و بازهای قوی از فرمول زیر استفاده می‌کنیم:

$$\Delta pH = \log \frac{V_۲}{V_۱} \rightarrow \text{رقیق‌سازی محلول اسیدی} \rightarrow pH \text{ افزایش} \rightarrow \Delta pH = \log(\frac{۱۹۰+۱۰}{۱۰}) = \log ۲۰ = ۱ + \log ۲ = ۱/۳$$

$$pH \text{ نهایی} = ۱/۷ + ۱/۳ = ۳$$

۲ هیدروکلریک اسید (جوهر نمک)، نوعی اسید قوی بوده و یک پاک کننده خورنده است. این پاک کننده برای باز کردن لوله‌های مسدود شده توسط آلاینده‌های بازی استفاده می‌شود زیرا با آن‌ها واکنش می‌دهد.

۳ ابتدا غلظت محلول سود سوزآور را به دست می‌آوریم و سپس از رابطه خنثی‌سازی استفاده می‌کنیم.

$$pH = ۱۳ \rightarrow pOH = ۱۴ - ۱۳ = ۱ \rightarrow [OH]^- = ۱۰^{-۱} = ۰/۱$$

$$\underbrace{M_a \times n_a \times V_a}_{HCl} = \underbrace{M_b \times n_b \times V_b}_{NaOH} \rightarrow ۲ \times ۱۰^{-۲} \times ۱ \times ۱۰ = ۰/۱ \times ۱ \times ۲ \rightarrow$$ تساوی برقرار است و خنثی شدن به طور کامل انجام می‌شود.

(ماراتون ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۸۵ ابتدا به کادر زیر توجه کنید:

نکته فرمول‌های مربوط به K_a که با آن در فصل اسید و باز سر و کار داریم به صورت زیر است:

اسید بسیار ضعیف		حالت عادی
$K_a = \frac{[H^+]^2}{M}$	$\rightarrow$	$K_a = \frac{[H^+]^2}{M-[H^+]}$
$K_a = M\alpha^2$	$\rightarrow$	$K_a = \frac{M\alpha^2}{1-\alpha}$
$K_a = [H^+]\alpha$	$\rightarrow$	$K_a = \frac{[H^+]\alpha}{(1-\alpha)}$

به منظور محاسبه درجه یونش این اسیدها خواهیم داشت:

$$K_{a(HA)} = \frac{[H^+]\times\alpha_{HA}}{1-\alpha_{HA}} \rightarrow 4\times10^{-5} = \frac{10^{-4}\alpha}{1-\alpha} \rightarrow 4-4\alpha = 10\alpha \rightarrow \alpha_{HA} = \frac{4}{14}$$

$$\Rightarrow K_{a(HB)} = \frac{[H^+]\times\alpha_{HB}}{1-\alpha_{HB}} \rightarrow 4\times10^{-4} = \frac{10^{-4}\alpha}{1-\alpha} \rightarrow 4-4\alpha = \alpha \rightarrow \alpha_{HB} = \frac{4}{5}$$

$$\frac{\alpha_{HB}}{\alpha_{HA}} = \frac{\frac{4}{5}}{\frac{4}{14}} = \frac{14}{5} = 2/8$$

(ماراتون ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۸۶ **بررسی همه موارد:**

الف محلول شیشه پاک کن محلول آمونیاک در آب است، آمونیاک نوعی باز ضعیف است. در حالی که سود سوزآور (NaOH) و پتاس سوزآور (KOH) باز قوی هستند و خاصیت خورندگی دارند.

ب می‌دانیم در هر دمایی رابطه زیر برقرار است. $[H^+]\times[OH^-] = Kw$

در دمای اتاق زمانی که $K_w = 10^{-14}$ باشد در محلول خنثی $[OH^-] = [H^+] = 10^{-7}$ خواهد بود. از آنجایی که K_w با افزایش یا کاهش دما تغییر می‌کند، مقدار عددی 10^{-7} نیز تغییر می‌کند. در چنین حالتی نمی‌توان در هر دمایی از 10^{-7} استفاده کرد.

آفرود در هر دمایی در محلول‌های آبی خنثی غلظت هر کدام از یون‌های H^+ و OH^- برابر با $\sqrt{K_{w\,\text{همان‌دما}}}$ است.

پ آمونیاک به علت اتصال اتم‌های هیدروژن به اتم نیتروژن توانایی تشکیل پیوند هیدروژنی را دارد. انحلال آمونیاک در آب بیشتر به صورت مولکولی است و آمونیاک به عنوان باز ضعیف نوعی الکترولیت ضعیف محسوب می‌شود.

ت در محلول‌های اسیدها و بازهای ضعیف به علت یونش اندک، شمار مولکول‌های یونیده نشده ماده مورد نظر بیشتر از شمار مولکول‌های یونیده شده است.

(ماراتون ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud

۸۷ مطابق با متن کتاب درسی، در بدن انسان بالغ، روزانه بین دو تا سه لیتر (دست‌کم دو لیتر) شیره معده تولید می‌شود که غلظت یون هیدرونیوم آن در حدود ۰/۰۳ مولار است.

$$pH = -\log[H^+] = -\log ۰/۰۳ = ۲ - \log ۳ = ۱/۵$$

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ اگر غلظت یون هیدروکسید در یک خاک ۲×۱۰^{-۵} مولار باشد به این معنی است که غلظت آن از $۱۰^{-۷}$ مولار بیشتر بوده و این خاک خصلت بازی دارد. گل ادریسی در خاک بازی به رنگ قرمز و در خاک اسیدی به رنگ آبی شکوفا می‌شود.

۲ مطابق با کتاب درسی در زمان استراحت معده pH آن برابر با ۳/۷ است.

$$pH = ۳/۷ \rightarrow ۱۰^{-pH} = [H^+] \rightarrow ۱۰^{-۳/۷} = ۱۰^{-۴}\times۱۰^{-۳} = ۲\times۱۰^{-۴} < ۵\times۱۰^{-۴}$$

۳ ماده‌ای که برای افزایش قدرت پاک کنندگی صابون به علت خاصیت بازی آن استفاده می‌شود، سدیم هیدروژن بی‌کربنات (سدیم بی‌کربنات) با فرمول $NaHCO_۳$ است، در حالی که فرمول سدیم کربنات $Na_۲CO_۳$ می‌باشد.

(ماراتون ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۸۸ **گام اول:** ابتدا تغییرات مول H^+ را از روی pH داده شده بدست می‌آوریم:

$$pH = ۵ \rightarrow [H^+] = ۱۰^{-۵} \rightarrow mol\,H^+ = [H^+]\times V = ۴\times۱۰^{-۵}\,mol\,H^+$$

$$pH = ۴/۱ \rightarrow [H^+] = ۱۰^{-۵}\times۱۰^{۰/۹} = ۱۰^{-۵}\times(۱۰^{۰/۳})^۳ = ۸\times۱۰^{-۵} \rightarrow mol\,H^+ = [H^+]\times V = ۴\times۸\times۱۰^{-۵} = ۳۲\times۱۰^{-۵}\,mol\,H^+$$

گام دوم: از آنجایی که هر مول H^+ با یک مول OH^- خنثی می‌شود. میزان تغییرات مول هیدرونیوم با مول هیدروکسید اضافه شده برابر است.

$$\Delta mol\,H^+ = mol\,OH^- = ۳۲\times۱۰^{-۵} - ۴\times۱۰^{-۵} = ۲۸\times۱۰^{-۵}\,mol\;OH^-$$

اکنون با در اختیار داشتن مول هیدروکسید، جرم باریم هیدروکسید را بدست می‌آوریم:

$$۲۸\times۱۰^{-۵}\,molOH^- \times \frac{۱\,mol\,Ba(OH)_۲}{۲\,mol\,OH^-} \times \frac{۱۷۱\,g}{۱\,mol\,Ba(OH)_۲} \times \frac{۱۰^۳\,mg}{۱\,g} = ۲۳/۹۴\,mg$$

ترفند: محاسبات نهایی برای جرم باریم هیدروکسید نیاز نبوده زیرا با توجه به اعداد یکان عدد موردنظر که برابر ۴ باشد تنها گزینه ۳ می‌تواند پاسخ باشد.

(ماراتون ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۸۹ **گزینه 4 نادرست است**

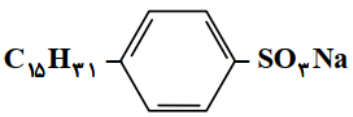
(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

۹۰ **فقط عبارت «سوم» درست است.**

با توجه به شکل و حل شدن بخش قطبی مولکول‌های صابون در قطرهٔ ریز مایع A، می‌توان نتیجه گرفت که مایع A قطبی و مایع B ناقطبی است. از آنجا که B ناقطبی است، نیروهای بین‌مولکولی غالب آن، از نوع وان‌درووالسی است. در عبارت «دوم» دقت کنید که مجموعهٔ ، قسمت آنیونی صابون است که با هر دو مایع A و B برهم‌کنش دارد.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۹۱ **ساختار این پاک‌کننده به‌صورت روبه‌رو است:**



که فرمول شیمیایی آن به‌صورت $C_{۲۱}H_{۳۵}SO_۳Na$ خواهد بود.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۹۲ در واکنش مخلوط آلومینیم و سدیم هیدروکسید با آب، گاز هیدروژن تولید می‌شود.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

۹۳ $C_3H_5(C_{15}H_{31}COO)_3 + 3NaOH \rightarrow 3C_{15}H_{31}COONa + C_3H_5(OH)_3$

$$\frac{0/5}{1} = \frac{x}{3\times 278} \Rightarrow x = 417\,g$$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۹۴ $2RCOONa(aq) + MgCl_2(aq) \rightarrow (RCOO)_2Mg(s) + 2NaCl(aq)$

مقدار ۰/۱ مول صابون (A) با محلول منیزیم کلرید واکنش می‌دهد و ۳۰/۹ گرم رسوب (B) ایجاد می‌شود:

$$0/1\,mol\ A \times \frac{1\,mol\ B}{2\,mol\ A} \times \frac{X\,g\ B}{1\,mol\ B} = 30/9\,g\ B \Rightarrow X = 618\,g\cdot mol^{-1}$$

اگر شمار کربن در زنجیر R را n در نظر بگیریم، خواهیم داشت:

$$(C_nH_{2n+1}COO)_2Mg \text{ جرم‌مولی} = 28n + 114 \Rightarrow 28n + 114 = 618 \Rightarrow 28n = 504 \Rightarrow n = 18$$

بر این اساس، فرمول شیمیایی صابون $C_{18}H_{37}COONa$ است.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۹۵ عبارت‌های «سوم» و «چهارم» درست هستند.

بررسی عبارت‌های نادرست:

عبارت «اول»:

$CaO + H_2O \rightarrow Ca^{2+} + 2OH^-$ (۳ ذره)

$Na_2O + H_2O \rightarrow 2Na^+ + 2OH^-$ (۴ ذره)

عبارت «دوم»: از انحلال N_2O_5 همانند SO_3 در آب، اسیدی قوی حاصل می‌شود.

$N_2O_5 + H_2O \rightarrow 2HNO_3$

$SO_3 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۹۶ $BaO(s) + H_2O(l) \rightarrow Ba^{2+}(aq) + 2OH^-(aq)$

$Li_2O(s) + H_2O(l) \rightarrow 2Li^+(aq) + 2OH^-(aq)$

با توجه به معادلهٔ واکنش‌ها و اینکه غلظت یون هیدروکسید در دو محلول یکسان است، می‌توان نتیجه گرفت شمار مول یکسانی از دو ماده در آب حل‌شده است:

$$x\,g\ BaO \times \frac{1\,mol\ BaO}{154\,g\ BaO} = y\,g\ Li_2O \times \frac{1\,mol\ Li_2O}{30\,g\ Li_2O} \Rightarrow \frac{x}{y} = \frac{154}{30} \simeq 5/13$$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۹۷

	HA	$\rightleftharpoons$	H^+	+	A^-
پس‌از یونش :	0/6		0/2		0/2

$$\Rightarrow [HA]_{\text{(پیش‌از یونش)}} = 0/6 + 0/2 = 0/8 \Rightarrow \alpha = \frac{0/2}{0/8} = 0/25$$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۹۸ محلولی رساناتر است که مجموع غلظت یون‌ها در آن بیشتر باشد.

HBr (اسید قوی) $\Rightarrow$ مجموع غلظت یون‌ها $= ۰/۰۵ + ۰/۰۵ =$ مولار $۰/۱$

$CH_۳COOH \Rightarrow$ مجموع غلظت یون‌ها $= ۲ \times ۱ \times ۰/۰۱ =$ مولار $۰/۰۲$

$HNO_۲ \Rightarrow ۱۰^{-۳} = \alpha^۲ \times ۰/۱ \Rightarrow \alpha = ۰/۱ \Rightarrow$ مجموع غلظت یون‌ها $= ۰/۰۱ + ۰/۰۱ =$ یون‌ها مولار $۰/۰۲$

$HF \Rightarrow$ مجموع غلظت یون‌ها $= ۲ \times ۰/۰۸ \times ۰/۵ =$ مولار $۰/۰۸$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۹۹ سولفوریک اسید $(H_۲SO_۴)$ یک اسید دوپروتون‌دار است و در محلول آن، غلظت کاتیون‌ها (H^+) از آنیون‌ها بیشتر است.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۱۰۰ $HA \rightleftharpoons H^+ + A^-$

$$K_a = \frac{[H^+][A^-]}{M - [H^+]} \Rightarrow ۱۰^{-۴} = \frac{۴ \times ۱۰^{-۴} \times ۴ \times ۱۰^{-۴}}{M - ۴ \times ۱۰^{-۴}} \Rightarrow M - ۴ \times ۱۰^{-۴} = ۱۶ \times ۱۰^{-۴} \Rightarrow M = ۲۰ \times ۱۰^{-۴} = ۰/۰۰۲$$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۱۰۱ مقایسه قدرت اسیدی به‌صورت زیر است:

$$\text{قدرت اسیدی}: \underset{B}{HBr} > \underset{A}{CH_۳COOH} > \underset{C}{HCN}$$

ضمن اینکه HBr اسید قوی است و کاملاً یونش می‌یابد.

به‌جز مورد «چهارم» بقیهٔ موارد درست‌اند.

بررسی عبارت «چهارم»: هرچه غلظت یون‌ها در یک محلول بیشتر باشد، رسانایی الکتریکی آن بیشتر خواهد بود:

$$\text{رسانایی}: B > A > C$$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۱۰۲ سرعت واکنش فلزات (مثلاً فلز Mg) با اسیدها، به غلظت یون H^+ در محلول بستگی دارد. بنابراین می‌توان دریافت غلظت H^+ در ظرف «الف» بیشتر از ظرف «ب» است و در صورتی که غلظت مولی یکسانی از دو اسید در دو ظرف وجود داشته باشد، اسید ظرف «الف» می‌تواند اسید قوی و ظرف «ب» اسید ضعیف باشد (اسید ظرف «الف» قوی‌تر از ظرف «ب» است)، بنابراین گزینهٔ ۱ نادرست است.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۰۳

جوابش اینه

۱) درست؛ شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی در $H_2N-\overset{\overset{:O:}{\|}}{C}-NH_2$ و $\begin{matrix}CH_2-CH_2\\ |\quad\quad |\\ :OH\quad :OH\end{matrix}$ هر دو مولکول برابر ۴ است.

نباید سراغ اینا بری

۲) نادرست

$$\text{شمار جفت الکترون‌های پیوندی} = \frac{(۵۷\times۴)+(۱۰۴\times۱)+(۶\times۲)}{۲} = ۱۷۲$$

$$\text{مجموع شمار اتم‌ها} = ۵۷+۱۰۴+۶ = ۱۶۷$$

۳) نادرست؛ هیدروکربن‌های ساده ناقطبی هستند و در حلال‌های ناقطبی مانند هگزان حل می‌شوند.

۴) نادرست؛ سدیم کلرید یک ترکیب یونی و فاقد مولکول است. (به کار بردن لفظ مولکول برای آن غلط است.)

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۱۰۴

فرمول کلی اسیدهای چرب با زنجیر هیدروکربنی سیرشده یا آلکیل به‌صورت $C_nH_{2n}O_2$ است؛ بنابراین به‌ازای افزوده شدن هر پیوند دوگانه کربن- کربن به این ساختار از شمار اتم‌های هیدروژن، ۲ واحد کسر می‌شود.

۱)

$$C_{۱۸}H_{۳۶}O_2 \Rightarrow C_{۱۸}H_{۳۲}O_2 \Rightarrow ۳۶-۳۲=۴ \Rightarrow \frac{۴}{۲}=۲$$

دو پیوند $C=C$ دارد.

۲)

$$C_{۲۰}H_{۴۰}O_2 \Rightarrow C_{۲۰}H_{۳۰}O_2 \Rightarrow ۴۰-۳۰=۱۰ \Rightarrow \frac{۱۰}{۲}=۵$$

پنج پیوند $C=C$ دارد.

۳) فاقد پیوند $C=C$ است.

$C_{۱۶}H_{۳۲}O_2$

۴)

$$C_{۱۷}H_{۳۴}O_2 \Rightarrow C_{۱۷}H_{۳۰}O_2 \Rightarrow ۳۴-۳۰=۴ \Rightarrow \frac{۴}{۲}=۲$$

دو پیوند $C=C$ دارد.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

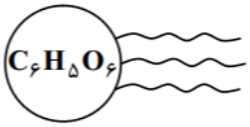
۱۰۵ جوابش اینه

با حذف Na از فرمول صابون و جایگزین کردن آن با یک اتم H، فرمول مولکولی اسید چرب سازندهٔ آن به‌دست می‌آید:

$$C_{17}H_{33}O_2Na \Rightarrow C_{17}H_{34}O_2 \Rightarrow C_{16}H_{33}COOH$$

پس فرمول زنجیر هیدروکربنی $C_{16}H_{33}$ است.

ساختار کلی تمام استرهای طبیعی سنگین به‌صورت روبه‌رو است.



بنابراین فرمول مولکولی استر طبیعی مورد نظر با سه زنجیر $C_{16}H_{33}$ برابر است با:

$$(C_6H_5O_6)+\left[3\times(C_{16}H_{33})\right]=C_{54}H_{104}O_6$$

جرم مولی این استر $848\ g\cdot mol^{-1}$ است.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۱۰۶ جوابش اینه

ب) درست؛ ترکیب C صابون مایع است که با یون منیزیم به رسوب تبدیل می‌شود.

ت) درست؛ تفاوت جرم مولی دو ترکیب (B) و (C) برابر NH_3 یا همان جرم مولی آمونیاک است.

نباید سراغ اینا بری

الف) نادرست؛ ترکیب B که اسید چرب است را می‌توان از واکنش ترکیب A با آب یا همان آبکافت استر (A) به‌دست آورد.

پ) نادرست؛ هیچ‌یک از دو ترکیب (C) و (D) از نوع پاک‌کننده‌های خورنده نیستند.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۱۰۷ جوابش اینه

فرمول همگانی اسیدهای چرب با زنجیر هیدروکربنی سیرشده به‌صورت $C_nH_{2n}O_2$ است، پس اگر درصد جرمی اتم‌های H و O در آن برابر باشد؛ بنابراین جرم اتم‌های H با جرم اتم‌های اکسیژن، یکسان و برابر ۳۲ است.

$$C_{16}H_{32}O_2 \Rightarrow C_{16}H_{31}O_2^-Na^+$$

واکنش صابون با محلول منیزیم نیترات به‌صورت زیر است که می‌توان برای سادگی از یون نیترات چشم‌پوشی کنیم.

$$\underbrace{2C_{16}H_{31}O_2Na}_{\frac{41/7}{2\times278}} + Mg^{2+} \rightarrow \underbrace{(C_{16}H_{31}O_2)_2Mg(s)}_{=\ \frac{?g}{534}\ \Rightarrow\ ?=40/05\,g} + 2Na^+(aq)$$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۰۸ جوابش اینه

$$\text{اسید چرب} = a\,mol$$

$$\text{استر بلندزنجیر} = b\,mol$$

$$\underset{a}{\text{اسید چرب}} + \underset{a}{NaOH} \rightarrow \underset{a}{\text{صابون}} + \underset{a}{\text{آب}}$$

$$\underset{b}{\text{استر بلندزنجیر}} + \underset{3b}{3\,NaOH} \rightarrow \underset{3b}{3\,\text{صابون}} + \underset{b}{\text{گلیسرول}}$$

$$\begin{cases} a+3b=10 \\ 2a+4b=14 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a=1 \\ b=3 \end{cases} \Rightarrow \text{درصد مولی اسید چرب} = \frac{1}{4}\times 100 = \%25$$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۱۰۹ جوابش اینه

صابون ابتدا به کمک سر آب‌دوست خود در آب حل می‌شود، سپس به کمک سر چربی دوست خود با مولکول‌های چربی جاذبه برقرار می‌کند و مانند پلی بین مولکول‌های آب و چربی قرار می‌گیرد.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۱۱۰ جوابش اینه

فقط مخلوط مس (II) سولفات و آب می‌تواند همگن باشد.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

۱۱۱ جوابش اینه

لطفاً به خود را بیازمایید صفحهٔ ۹ مراجعه شود.

نوع صابون	نوع پارچه	دما (°C)	درصد لکه باقی‌مانده
صابون بدون آنزیم	نخی	۳۰	۲۵
صابون بدون آنزیم	نخی	۴۰	۱۵
صابون آنزیم‌دار	نخی	۳۰	۱۰
صابون آنزیم‌دار	نخی	۴۰	۰
صابون آنزیم‌دار	پلی‌استر	۴۰	۱۵

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

۱۱۲ جوابش اینه

$$\text{۳۰ روز} \times \frac{\text{۱۲۰۰ قالب}}{\text{۱ روز}} \times \frac{150\,g}{\text{۱ قالب}} \times \frac{9\,g\ \text{گوگرد}}{100\,g} \times \frac{1\,kg}{1000\,g} = 48.6\,kg$$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

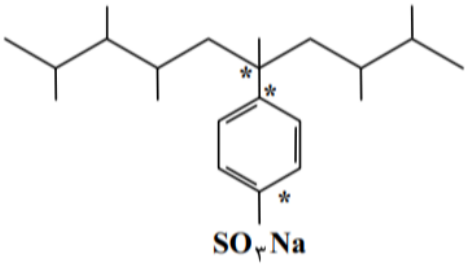
۱۱۳

جوابش اینه

مورد «اول»: درست

مورد «سوم»: درست؛ این پاک‌کننده از نوع غیرصابونی است و بخش آنیونی آن یا همان SO_3^- در تماس با یون‌های کلسیم و منیزیم رسوب تشکیل نمی‌دهد.

مورد «چهارم»: درست؛ با توجه به فرمول شیمیایی آن، مجموع شمار اتم‌های سازنده هر واحد فرمولی از آن برابر ۶۴ و مجموع شمار اتم‌های سازنده در مولکول اوره با فرمول مولکولی $CO(NH_2)_2$ برابر ۸ است که نسبت $\frac{64}{8}$ برابر ۸ است.



نباید سراغ اینا بری

مورد «دوم»: نادرست؛ در ساختار آن سه اتم کربن وجود دارد که به هیچ اتم هیدروژنی متصل نیستند که با نشان (*) مشخص شده‌اند.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۱۱۴

جوابش اینه

الف) درست؛ برخی پاک‌کننده‌های خورنده همانند جوهرنمک، $HCl(aq)$، از نوع اسیدی و برخی همانند محلول سود سوزآور $NaOH(aq)$، از نوع بازی هستند.

ت) درست؛ واکنش پودر لوله‌بازکن با آب، گرماده و آنتالپی آن منفی است.

نباید سراغ اینا بری

ب) نادرست؛ لزوماً واکنش پاک‌کننده‌های خورنده با آلاینده‌ها همراه با تولید گاز نیست.

پ) نادرست؛ نام شیمیایی $HCl(aq)$، محلول هیدروکلریک اسید است.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۱۱۵

جوابش اینه

$$ppm \times ۲۰۰ \times ۱۰^{-۳} = g\,Ca^{۲+}$$

$$\frac{ppm \times ۲۰۰ \times ۱۰^{-۳}}{۴۰} = \frac{۶/۱۲}{۳۰۶} \Rightarrow ppm = ۴$$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۱۱۶

جوابش اینه

۳) نوشابه نوعی محلول خوراکی است و همگن بودن از ویژگی‌های محلول است.

نباید سراغ اینا بری

۱) دوغ نوعی سوسپانسیون خوراکی است که ناپایدار است.

۲) پخش نور از ویژگی‌های مخلوط کلوئیدی است ولی مس (II) سولفات در آب حل می‌شود و نور را از خود عبور می‌دهد.

۴) نمک اسید چرب یا همان صابون، پاک‌کننده‌ای خورنده به‌شمار نمی‌آید؛ زیرا با آلاینده‌ها و لکه‌های چرب واکنش نمی‌دهد.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

۱۱۷

جوابش اینه

$$?\,mol\,Ca^{2+} = 5L \times \frac{0/2\,g\,Ca^{2+}}{1L} \times \frac{1\,mol\,Ca^{2+}}{40\,g\,Ca^{2+}} = 25 \times 10^{-3}\,mol$$

$$3Ca^{2+}(aq) + 2PO_4^{3-}(aq) \rightarrow Ca_3(PO_4)_2(s)$$

$$\frac{?}{3\,mol} = \frac{1/2 \times 10 \times 10^{-3}\,L}{2\,mol} \Rightarrow ? = 0/018$$

$$\text{درصد یون‌های کلسیم رسوب کرده} = \frac{0/018}{0/025} \times 100 = \%72$$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۱۱۸

جوابش اینه

گزینهٔ ۳ درست است.

نباید سراغ اینا بری

۱) نادرست

$$\text{شمار پیوندها} = \frac{\text{بار} + (\text{شمار S‌ها} \times 2) + (\text{شمار O‌ها} \times 2) + (\text{شمار H‌ها} \times 1) + (\text{شمار C‌ها} \times 4)}{2}$$

$$\text{شمار پیوندها} = \frac{(1 \times 4) + (25 \times 1) + (4 \times 2) + (1 \times 2) + (-1)}{2} = 41$$

۲) نادرست؛ با توجه به ساختار در می‌یابیم این پاک‌کننده از نوع خورنده نیست و همانند پاک‌کننده‌های غیرصابونی با لکه‌های چربی برهم‌کنش فیزیکی دارد.

۴) نادرست؛ فرمول شیمیایی این پاک‌کننده به‌صورت $C_{12}H_{25}SO_4Na$ و فرمول شیمیایی صابون جامد به‌دست آمده از چربی کوهان شتر به‌صورت $C_{17}H_{35}COONa$ است که تفاوت جرم مولی این دو ترکیب برابر ۳۰ گرم است.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۱۹

$$2Al + 2NaOH + 6H_2O \rightarrow 2NaAl(OH)_4 + 3H_2$$

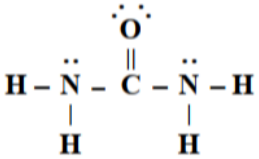
براساس داده‌های سؤال به‌ازای هریک مول $Al(s)$ یا ۲۷ گرم Al، یک مول $NaOH(s)$ یا ۴۰ گرم NAOH وجود دارد.

$$2Al + 2NaOH \sim 3H_2$$

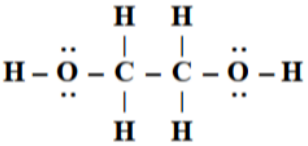
$$\frac{33/5g}{(2\times27)+(2\times40)} = \frac{?L\times0/8g\cdot L^{-1}}{3\times2g} \Rightarrow ? = 1/875L = 1875m$$

(گزینه دو ۱۴۰۴-۱۴۰۳ - دشوار)

۱۲۰ در ساختار اوره، ۸ پیوند اشتراکی و در ساختار اتیلن گلیکول، ۹ پیوند اشتراکی وجود دارد.



اوره



اتیلن‌گلیکول

(گزینه دو ۱۴۰۴-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۲۱ شکل داده‌شده مربوط به یک استر سنگین با سه گروه عاملی استری است.

بررسی عبارت‌های نادرست:

عبارت «اول»: مربوط به یک استر سنگین (۳ عاملی) است.

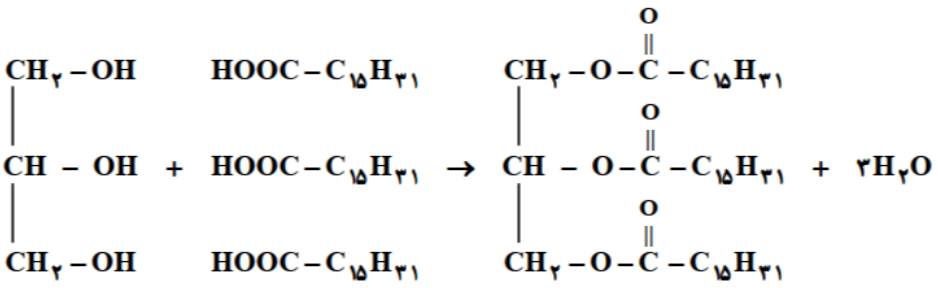
عبارت «دوم»: در ساختار مولکولی آن، گروه‌های عاملی استری وجود دارند که اتم‌های اکسیژن در ساختار این گروه عاملی، به اتم هیدروژن متصل نیستند.

عبارت «سوم»: بخش A، بخش قطبی این مولکول است، اما به‌دلیل غالب بودن بخش‌های ناقطبی بر بخش قطبی، استرهای سنگین در آب نامحلول هستند.

عبارت «چهارم»: نیروهای بین‌مولکولی در استرها از نوع وان‌دروالس است.

(گزینه دو ۱۴۰۴-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۲۲



یا می‌توان نوشت:

$$C_3H_8O_3 + 3C_{16}H_{32}O_2 \rightarrow C_{51}H_{98}O_6 + 3H_2O$$

(گزینه دو ۱۴۰۴-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۲۳ عبارت‌های «دوم» و «سوم» درست هستند.

بررسی عبارت‌های نادرست:

عبارت «اول»: صابون گوگرددار برای از بین بردن جوش صورت و قارچ پوستی تهیه می‌شود.

عبارت «چهارم»: هرچه شوینده‌ای مواد شیمیایی بیشتری داشته باشد، احتمال ایجاد عوارض جانبی آن بیشتر است.

(گزینه دو ۱۴۰۴-۱۴۰۳ - ساده)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۲۴ عبارت‌های «اول» و «دوم» درست هستند.

بررسی عبارت‌های درست:

عبارت «اول»: ترکیب A یک اسید چرب است و در مجموع ناقطبی به‌حساب می‌آید؛ بنابراین در آب حل نمی‌شود، اما در هگزان محلول است.

عبارت «دوم»: گروه آلکیل با ۲۵ اتم هیدروژن دارای ۱۲ اتم کربن ($C_{12}H_{25}$) است؛ بنابراین ترکیب B مانند ترکیب A، دارای ۱۸ اتم کربن خواهد بود.

بررسی عبارت‌های نادرست:

عبارت «سوم»: فرمول شیمیایی صابون جامد حاصل از ترکیب A به‌صورت $C_{17}H_{35}COONa$ است.

عبارت «چهارم»: R باید دارای تعداد کربن‌های بیشتری باشد تا ترکیب B را بتوان شویندهٔ غیرصابونی در نظر گرفت.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۱۲۵ گاز X، همان گاز هیدروژن است. معادلهٔ واکنش مربوطه را نوشته و موازنه می‌کنیم:

$$2NaOH + 2Al + 6H_2O \rightarrow 2NaAl(OH)_4 + 3H_2$$

به‌ازای ۱ مول Al، ۳ مول H_2O وارد واکنش شده و ۱/۵ مول گاز هیدروژن آزاد می‌شود که معادل با ۳۳/۶ لیتر گاز در شرایط STP است.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۱۲۶

استر سه‌عاملی: $CH_2(OOCR)-CH(OOCR)-CH_2(OOCR)$ یا $C_3H_5(RCOO)_3$

$$C_3H_5(RCOO)_3 + 3KOH \rightarrow 3RCOOK + C_3H_5(OH)_3$$

به‌ازای مصرف ۰/۱ مول استر، ۰/۳ مول صابون به‌دست می‌آید؛ بنابراین جرم ۸/۴ گرم است:

$$\text{جرم مولی صابون} = \frac{8/4\,g}{0/3\,mol} = 280\,g\cdot mol^{-1}$$

$$\text{جرم مولی } RCOOK = \text{جرم مولی } R + 12 + 2(16) + 39 = 280 \Rightarrow \text{جرم مولی } R = 197$$

$$\text{جرم مولی } C_nH_{2n+1} = 14n + 1 = 197 \Rightarrow n = 14$$

$$\text{استر}: C_3H_5(RCOO)_3 : C_3H_5(C_{14}H_{29}COO)_3 : C_{48}H_{92}O_6$$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۱۲۷ همهٔ عبارت‌های داده شده، درست هستند.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

۱۲۸ ابتدا معادلهٔ واکنش را می‌نویسیم:

$$2C_{17}H_{35}COOK + MgCl_2 \rightarrow \underset{\text{رسوب}}{(C_{17}H_{35}COO)_2Mg} + 2KCl$$

$$644\,g\ \text{صابون} \times \frac{1\,mol\ \text{صابون}}{322\,g\ \text{صابون}} \times \frac{2\,mol\ KCl}{2\,mol\ \text{صابون}} \times \frac{74/5\,g\ KCl}{1\,mol\ KCl} = 149\,g\ KCl$$

$$\text{بازده درصدی} = \frac{74/5\,g}{149\,g} \times 100 = \%50$$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۲۹ عبارت‌های «دوم» و «چهارم» درست هستند.

$$SO_3 + H_2O \rightarrow \underbrace{H_2SO_4}_{\downarrow\ 2H^+ , SO_4^{2-}}$$

$$Na_2O + H_2O \rightarrow \underbrace{2NaOH}_{\downarrow\ 2(Na^+ , OH^-)}$$

بررسی عبارت‌ها:

عبارت «اول»: در محلول ظرف B نیز یون هیدرونیوم وجود دارد، اما غلظت آن نسبت به محلول ظرف A کمتر است.

عبارت «دوم»: غلظت یون‌ها در محلول B بیشتر است؛ در نتیجه این محلول رسانایی الکتریکی بیشتری دارد.

عبارت «سوم»: با توجه به واکنش‌ها، شمار آنیون‌های ظرف B ($2OH^-$) بیشتر از ظرف A (SO_4^{2-}) است.

عبارت «چهارم»: از واکنش روغن با سدیم هیدروکسید، صابون تولید می‌شود.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۱۳۰ براساس فرایند یونش زیر، غلظت یون‌ها در محلول ۰/۰۲ مولار دی‌نیتروژن پنتااکسید برابر با ۰/۰۸ مولار است.

$$N_2O_5 + H_2O \rightarrow 2H^+ + 2NO_3^-$$

در محلول ۰/۰۴ مولار سدیم هیدروکسید ($NaOH \rightarrow Na^+ + OH^-$) نیز غلظت یون‌ها برابر با ۰/۰۸ مولار است.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۱۳۱

	HA	$\rightleftharpoons$	H^+	+	A^-
مقدار اولیه	a		0		0
مقدار پس از یونش	$a-x$		x		x

$a - x = x \Rightarrow a = 2x$

$3x = 0/18 \Rightarrow x = 0/06 \Rightarrow a = 0/12$ غلظت مولی اولیهٔ HA

$$\text{درجهٔ یونش} = \frac{0/06}{0/12} = 0/5$$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۱۳۲ نمای ذره‌ای محلول نشان می‌دهد غلظت مولکول‌های یونیده‌نشدهٔ محلول $0/16\ mol \cdot L^{-1}$ ($8 \times 0/02 = 0/16$) و غلظت هریک از یون‌های H_3O^+ و A^- برابر $0/04\ mol \cdot L^{-1}$ ($2 \times 0/02 = 0/04$) است. بنابراین غلظت محلول اسید برابر $0/2\ mol.L^{-1}$ است.

$$M = [HA] + [A^-]$$

درجهٔ یونش نیز از نسبت غلظت مولکول‌های یونیده‌شده به غلظت کل مولکول‌های حل‌شده محاسبه می‌شود:

$$\text{درجهٔ یونش} = \frac{[A^-]}{M} = \frac{0/04}{0/2} = 0/2$$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۳۳

$$\begin{array}{ccccc} HA & \rightleftharpoons & H^+ & + & A^- \\ ۱ & & ۰ & & ۰ \\ ۱-x & & x & & x \end{array}$$

$$\alpha=\frac{x}{M} \Rightarrow \frac{۱}{۲}=\frac{x}{۱} \Rightarrow x=\frac{۱}{۲}$$

$$\frac{۱-x}{۱+x}=\frac{\frac{۱}{۲}}{\frac{۳}{۲}}=\frac{۱}{۳}$$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۱۳۴

$$F^- = ۱۹ ppm$$

$$\Rightarrow \text{درصد جرمی } F^- \text{ در محلول} = ۱۹\times ۱۰^{-۴}$$

$$\left[F^-\right]=\frac{۱۰ a d}{\text{جرم مولی}}=\frac{۱۰\times ۱۹\times ۱۰^{-۴}\times ۱}{۱۹}=۱۰^{-۳}$$

$$\left[F^-\right]=M\alpha$$

$$\Rightarrow ۱۰^{-۳}=۰/۰۱\times\alpha \Rightarrow \alpha=۰/۱$$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۱۳۵

براساس شکل، در محلول اسید HY، غلظت یون هیدرونیوم برابر با ۰/۰۱۵ مول بر لیتر (نصف غلظت یون‌ها) و غلظت مولکول‌های یونیده‌نشده برابر با ۰/۰۶ مول بر لیتر است؛ بنابراین غلظت اولیهٔ اسید (پیش از یونش) برابر با ۰/۰۷۵ مول بر لیتر است.

بر این اساس درجهٔ یونش این اسید ۰/۲ و درصد یونش آن ۲۰ درصد است.

$$\text{درجهٔ یونش}=\frac{\left[H^+\right]}{\left[HY\right]_{\text{اولیه}}}=\frac{۰/۰۱۵}{۰/۰۷۵}=۰/۲$$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۱۳۶

HCl یک اسید قوی است و در آب به‌طور کامل یونش می‌یابد.

$$HCl \rightarrow H^+ + Cl^-$$

$$\text{مجموع غلظت یون‌ها} = ۲\times ۰/۰۰۰۵ = ۰/۰۰۱ mol\cdot L^{-۱}$$

$$HA \rightleftharpoons H^+ + A^-$$

$$\text{درصد یونش}=\frac{\left[H^+\right]}{\left[HA\right]_{\text{اولیه}}}\times ۱۰۰=\frac{۴\times ۰/۰۰۱}{۰/۵}\times ۱۰۰=۰/۸$$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۳۷

جوابش اینه

فرمول مولکولی اتیلن گلیکول $C_2H_6O_2$ است. این مولکول از ۱۰ اتم و سه نوع عنصر ساخته شده است؛ بنابراین نسبت $\frac{10}{3}$ برابر ۳ نیست و عبارت داده‌شده نادرست است.

گزینهٔ ۴) نادرست؛ هر اتم اکسیژن ۲ جفت الکترون ناپیوندی دارد، پس مجموع آن‌ها برابر ۱۲ جفت است. در ساختار روغن زیتون ۶ پیوند دوگانه شامل ۳ پیوند $C=O$ و ۳ پیوند $C=C$ وجود دارد، پس نسبت $\frac{12}{6}=2$ و مخالف یک است.

نباید سراغ اینا بری

گزینهٔ ۱) درست

الکل سه‌عاملی + (اسید چرب)۳ $\rightarrow$ استر طبیعی سنگین + ۳ H_2O

گزینهٔ ۲) درست؛ فرمول مولکولی اتیلن گلیکول و اتانول به‌ترتیب $C_2H_6O_2$ و C_2H_6O است که تفاوت فرمول آن‌ها برابر با جرم یک اتم اکسیژن و برابر ۱۶ گرم است.

عدد اتمی یکی از عنصرهای گروه ۱۶ نیز برابر ۱۶ گرم است. (عنصر $_{16}^{32}S$)

گزینهٔ ۳) درست؛ بار الکتریکی بخش آنیونی در پاک‌کننده‌های غیرصابونی و صابونی، یکسان و برابر (-1) است.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۱۳۸

جوابش اینه

شمار اتم‌های اکسیژن در اسیدهای چرب یک عاملی همواره برابر ۲ است، پس شمار پیوندهای $C-H$ در این اسید برابر $15/5\times2=31$ است. پس فرمول مولکولی این اسید با زنجیر هیدروکربنی سیرشده $C_{15}H_{31}COOH$ است.

$$C_{15}H_{31}COOH + KOH \rightarrow C_{15}H_{31}COOK + H_2O$$

$$\frac{22/4\,g}{256\,g}=\frac{?\,mol}{1\,mol} \Rightarrow ? = 8/75\times10^{-2}$$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۱۳۹

جوابش اینه

فرمول شیمیایی صابون‌های مایع نیتروژن‌دار با زنجیر هیدروکربنی سیرشده به‌صورت $C_nH_{2n+1}COONH_4$ و فرمول شیمیایی صابون‌های جامد با زنجیر هیدروکربنی سیرشده به‌صورت C_mH_{2m+1} است. با توجه به فرض سؤال شمار اتم‌های H در هر دو نوع صابون برابر است، پس:

$$2n+1+4=2m+1 \Rightarrow 2(m-n)=4 \Rightarrow m-n=2 \Rightarrow m=n+2$$

$$C_nH_{2n+1}COONH_4 \Rightarrow 14n+63$$

$$C_{n+2}H_{2n+5}COONa \Rightarrow 14n+96$$

پس تفاوت جرم مولی دو صابون برابر ۳۳ گرم است.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۴۰

جوابش اینه

فرمول شیمیایی بخش A، COO^- است.

گزینهٔ ۳) درست؛ پارچه نخی از الیاف سلولزی تشکیل شده است که این الیاف از مونومر قطبی گلوکز ساخته شده‌اند، پس جاذبه لکه‌های چربی با این نوع الیاف کم است.

نباید سراغ اینا بری

گزینهٔ ۱) نادرست؛ جرم مولی این بخش برابر ۴۴ گرم است.

گزینهٔ ۲) نادرست؛ A همان بخش آنیونی و آب‌دوست صابون است.

گزینهٔ ۴) نادرست؛ بخش A به دلیل داشتن بار الکتریکی با مولکول‌های آب جاذبه یون- دوقطبی تشکیل می‌دهد.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۱۴۱

جوابش اینه

با توجه به اینکه چگالی آب برابر $1\,g\cdot mL^{-1}$ است، پس می‌توان غلظت یون‌های کلسیم و منیزیم را به جای ppm به‌صورت mg در نظر گرفت.

$$2C_{16}H_{33}COONa + Mg^{2+} \rightarrow (C_{16}H_{33}COO)_2Mg + 2Na^+$$

$$\frac{3A\times10^{-3}\,g}{24\,g} = \frac{?}{562} \Rightarrow ? = 70/25\times10^{-3}\,A$$

$$2C_{16}H_{33}COONa + Ca^{2+} \rightarrow (C_{16}H_{33}COO)_2Ca + 2Na^+$$

$$\frac{2A\times10^{-3}\,g}{40\,g} = \frac{?}{578} \Rightarrow ? = 28/9\times10^{-3}\,A$$

$$\frac{70/25\times10^{-3}\,A}{28/9\times10^{-3}\,A} \simeq 2/43$$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۱۴۲

جوابش اینه

مورد پ) درست

مورد ت) درست؛ گریس و وازلین که هر دو هیدروکربن هستند و به هگزان (C_6H_{14}) بسیار شبیه هستند. روغن زیتون نیز با وجود داشتن ۶ اتم اکسیژن و گروه عاملی استری به‌دلیل داشتن زنجیرهای هیدروکربنی بسیار بلند، ناقطبی است و در هگزان حل می‌شود.

نباید سراغ اینا بری

مورد الف) نادرست؛ جوهرنمک با لکه‌های چربی واکنش نمی‌دهد.

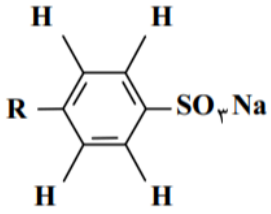
مورد ب) نادرست؛ پودر لوله‌بازکن مخلوطی از یک ترکیب یونی (NaOH) و یک فلز (Al) است.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۴۳ جوابش اینه

فرمول ساختاری همگانی پاک‌کننده‌های غیرصابونی به‌صورت زیر است:



بنابراین با جایگزین کردن ۴ اتم H متصل به حلقهٔ بنزن با ۴ گروه هیدروکسیل $(-OH)$ جرم ترکیب به اندازهٔ ۴ اتم اکسیژن یا $۴ \times ۱۶ = ۶۴\,g$ افزایش می‌یابد. از سویی جرم مولی اوره با فرمول مولکولی $CO(NH_۲)_۲$ برابر $۶۰\,g$ است. پس:

$$\frac{۳۴۸ + ۶۴}{۶۰} \simeq ۶/۸۶$$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۱۴۴ جوابش اینه

مورد سوم) درست

مورد چهارم) درست

$$\text{چگالی} = \frac{\text{جرم مولی}}{\text{حجم مولی}} = \frac{۲\,g}{۲۲/۴\,L} \simeq ۰/۰۹\,g \cdot L^{-۱}$$

نباید سراغ اینا بری

مورد اول) نادرست؛ مجموع ضرایب استوکیومتری مواد برابر ۱۵ است.

$$۲\,Al(s) + ۲\,NaOH(s) + ۶\,H_۲O(l) \rightarrow ۲\,NaAl(OH)_۴(aq) + ۳\,H_۲(g)$$

مورد دوم) نادرست؛ این واکنش گرماده است، پس محتوای انرژی فراورده‌ها کمتر است.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۱۴۵ جوابش اینه

استفاده از هر نوع بازی برای کاهش اسیدی بودن خاک مناسب نیست و عموماً از آهک استفاده می‌شود.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۴۶ جوابش اینه

رسانایی الکتریکی محلول به مجموع غلظت یون‌ها در محلول وابسته است که:

گزینهٔ ۱) اتانول انحلال مولکولی دارد و رسانایی الکتریکی آب را افزایش نمی‌دهد.

گزینهٔ ۲)
محلول ۰/۱ مولار HCl : مجموع غلظت یون‌ها $= ۰/۲$
محلول ۰/۵ مولار HF با $\alpha = ۰/۰۸$: مجموع غلظت یون‌ها $= ۰/۰۸$

گزینهٔ ۳)
محلول ۰/۱ مولار $Na_۳PO_۴$: مجموع غلظت یون‌ها $= ۰/۴$
محلول ۰/۱۵ مولار $NaCl$: مجموع غلظت یون‌ها $= ۰/۳$

گزینهٔ ۴) قدرت اسیدی $HCOOH > CH_۳COOH$ است؛ بنابراین با غلظت برابر در محلول $HCOOH$ یون بیشتری تولید می‌شود و رسانایی بیشتر است.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۱۴۷ جوابش اینه

در محیط اسیدی: $\left[H^+\right] > \left[OH^-\right] \neq ۰$

در محیط بازی: $\left[OH^-\right] > \left[H^+\right] \neq ۰$

در محیط خنثی: $\left[H^+\right] = \left[OH^-\right] \neq ۰$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

۱۴۸ جوابش اینه

$$\begin{array}{lccccc} & HA & \rightleftharpoons & H^+ & + & A^- \\ \text{اولیه} & M & & ۰ & & ۰ \\ \text{پس‌از یونش} & M-x & & x & & x \end{array} \Rightarrow \frac{x}{M-x} = ۳ \Rightarrow x = ۰/۷۵M = \alpha M \Rightarrow \alpha = ۰/۷۵$$

$$\begin{array}{lccccc} & HA' & \rightleftharpoons & H^+ & + & A' \\ \text{اولیه} & M' & & ۰ & & ۰ \\ \text{پس‌از یونش} & M'-x' & & x' & & x' \end{array} \Rightarrow \frac{M'-x'}{x'} = ۳ \Rightarrow x' = ۰/۲۵M' = \alpha' M' \Rightarrow \alpha' = ۰/۲۵$$

$$\frac{\alpha}{\alpha'} = \frac{۰/۷۵}{۰/۲۵} = ۳$$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۴۹

جوابش اینه

عبارت‌های «سوم» و «چهارم» نادرست هستند.

نباید سراغ اینا بری

عبارت «سوم»: تشکیل یون آب‌پوشیده از ترکیبات یونی، تفکیک یونی نامیده می‌شود و یونش نیست.

عبارت «چهارم»: کربوکسیلیک اسیدها اسیدهای ضعیفی هستند و در بین آن‌ها اسید قوی مشاهده نمی‌شود.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۱۵۰

جوابش اینه

$$HNO_3 \text{ مولار } ۰/۰۱ \text{ در محلول } H^+ \text{ غلظت} = ۰/۰۱ \Rightarrow [H^+]_{HA} = ۰/۰۳$$

$$\frac{[H^+]}{K_a} = \frac{۰/۰۳}{۰/۰۱} = ۳ \Rightarrow \alpha = \frac{۱}{۴}$$

$$\Rightarrow \frac{۱}{۴}M = ۰/۰۳ \Rightarrow M = ۰/۱۲ \frac{mol}{L}$$

$$۰/۱۲ = \frac{n}{۱۰} \Rightarrow n = ۱/۲ mol$$

اینجوری هم میشه

$$K_a = \frac{[H^+]^۲}{M - [H^+]} \Rightarrow ۰/۰۱ = \frac{۹ \times ۱۰^{-۴}}{M - ۰/۰۳} \Rightarrow M = ۰/۱۲ \frac{mol}{L}$$

$$۰/۱۲ = \frac{n}{۱۰} \Rightarrow n = ۱/۲ mol$$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۱۵۱

خوبه اینو بدونی

گزینهٔ ۱) در اسیدهای قوی مقدار اسید یونیده نشده تقریباً صفر است و یافت نمی‌شود.

گزینهٔ ۳) در واکنش‌های برگشت‌پذیر فقط با ایجاد تعادل سرعت رفت برابر برگشت می‌شود.

گزینهٔ ۴) ثابت تعادل برای توصیف کمّی تعادل به‌کار می‌رود.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۵۲

جوابش اینه

$$\left[F^-\right]=\frac{۱۰\times ۷۶۰\times ۱۰^{-۴}\times ۱}{۱۹}=۴\times ۱۰^{-۲}$$

HF	$\rightleftharpoons$	H^+	$+$	F^-
۲		۰		۰
$۲-x$		x		x
↓		↓		↓
$۲-۰/۰۴\simeq ۲$		$۰/۰۴$		$۰/۰۴$

$$K_a=\frac{۰/۰۴\times ۰/۰۴}{۲}=۸\times ۱۰^{-۴}$$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۱۵۳

جوابش اینه

هرگز در محلول یک اسید H^+ نمی‌تواند برابر محلولی از یک باز باشد؛ زیرا در بازها و در دمای اتاق $\left[OH^-\right]>۱۰^{-۷}$، $\left[H^+\right]<۱۰^{-۷}$ و در اسیدها $\left[H^+\right]>۱۰^{-۷}$، $\left[OH^-\right]<۱۰^{-۷}$ است.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۱۵۴

جوابش اینه

مورد «ت» درست است

نباید سراغ اینا بری

مورد الف) نادرست؛ شواهد بسیاری در تاریخ علم وجود دارد که نشان می‌دهند، بیش از آنکه ساختار اسیدها و بازها شناخته شوند، شیمی‌دان‌ها افزون بر ویژگی‌های آن‌ها با برخی واکنش‌های اسید و باز نیز آشنا بودند.

مورد ب) نادرست؛ آرنیوس با مطالعه روی رسانایی الکتریکی محلول‌های آبی توانست مدلی برای توصیف ویژگی‌های اسیدها و بازها ارائه دهد.

مورد پ) نادرست؛ آرنیوس با آزمایش‌های تجربی و مطالعه روی رسانایی الکتریکی محلول‌ها نشان داد که محلول‌های آبی اسید و باز، رسانایی الکتریکی متفاوتی دارند که ناشی از وجود یون‌ها در محلول آن‌هاست.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

۱۵۵

جوابش اینه

عبارت «اول»: نادرست؛ گاز هیدروژن کلرید یک ترکیب مولکولی است که بر اثر انحلال در آب، یونش می‌یابد و سبب افزایش غلظت یون هیدرونیوم می‌شود. توجه داشته باشید که تفکیک یونی مربوط به ترکیب‌های یونی است.

عبارت «دوم»: درست

عبارت «سوم»: نادرست؛ اگر در سامانه‌ای غلظت یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید برابر باشد، آن سامانه حالت خنثی دارد.

عبارت «چهارم»: درست؛ تشکیل یون هیدرونیوم از مولکول آب و یون H^+ همراه با تشکیل پیوند کووالانسی است، از این رو واکنشی گرماده است.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۵۶

جوابش اینه

گزینهٔ «۴» درست است؛ استون (C_3H_6O)، هیدروژن پراکسید (H_2O_2) و اتیلن گلیکول $(C_2H_6O_2)$ هر سه غیرالکترولیت هستند و تنها به شکل مولکولی در آب حل می‌شوند.

نباید سراغ اینا بری

گزینهٔ ۱) نادرست؛ آمونیاک الکترولیت ضعیف است. اتانول غیرالکترولیت است. الماس در آب حل نمی‌شود و مفهوم الکترولیت یا غیرالکترولیت برای آن بی‌معناست.

گزینهٔ ۲) نادرست؛ هر سه ماده نام برده شده، الکترولیت هستند.

گزینهٔ ۳) نادرست؛ اوره و اتانول غیرالکترولیت هستند ولی سرکه یا استیک اسید الکترولیت ضعیف است.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۱۵۷

جوابش اینه

در محاسبهٔ غلظت H^+ در دو اسید متفاوت غلظت اولیه نیز مهم است یعنی ممکن است در محلول HNO_3 با غلظت کمتر غلظت H^+ نیز کمتر باشد.

مثال: محلول ۰/۰۰۱ مولار HNO_3:

$$\left[H^+\right] = ۰/۰۰۱$$

محلول ۰/۵ مولار HNO_2 با درجه یونش ۰/۰۸:

$$\left[H^+\right] = ۰/۰۸ \times ۰/۵ = ۰/۰۴$$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۱۵۸

جوابش اینه

با توجه به اینکه چگالی محلول برابر $۱g \cdot mL^{-۱}$ است از این رو می‌توان غلظت ppm را به شکل میلی‌گرم بر لیتر نیز بیان کرد. پس غلظت مولی یون نیتریت یا (NO_2^-) در محلول برابر است با:

$$۰/۲۵۰L \times \frac{۵۵۲ \times ۱۰^{-۳} g(NO_2^-)}{۱L} \times \frac{۱mol(NO_2^-)}{۴۶ g(NO_2^-)} = ۰/۰۰۳ mol$$

$$\%\alpha = \frac{\left[NO_2^-\right]}{\left[HNO_2\right]} \times ۱۰۰ = \frac{mol\, NO_2^-}{mol\, HNO_2} \times ۱۰۰ \Rightarrow \%\alpha = \frac{۳ \times ۱۰^{-۳} L\, mol}{\underbrace{۲ \times ۱۰^{-۲} mol}_{۲ \times ۱۰^{-۱} mol.L^{-۱} \times ۰/۲۵ L}} \times ۱۰۰ = ۶$$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۵۹

جوابش اینه

ابتدا غلظت مولی دو اسید را به‌دست می‌آوریم:

$$[HX]=\frac{0/5\,g}{1\,L}\times\frac{1\,mol}{80\,g}=6/25\times10^{-3}\,M$$

$$[HA]=\frac{0/8\,g}{2\,L}\times\frac{1\,mol}{50\,g}=8\times10^{-3}\,M$$

۲) نادرست

$$\frac{\alpha(HX)}{\alpha(HA)}=\frac{M(HA)}{M(HX)}=\frac{8\times10^{-3}}{6/25\times10^{-3}}=1/28$$

نباید سراغ اینا بری

۱) درست؛ رسانایی الکتریکی به غلظت یون‌ها وابسته است که در هر دو محلول برابر است از سویی pH به غلظت یون H^+ وابسته است که با توجه به برابر بودن غلظت آنیون‌ها در دو محلول، به یقین غلظت H^+ نیز در دو محلول برابر است.

۳) درست؛ غلظت $HX(aq)$ کمتر است ولی به اندازهٔ محلول غلیظ‌تر $HA(aq)$ توانسته است یونش یابد، پس HX اسیدی قوی‌تر و دارای K_a بزرگ‌تری است.

۴) درست؛ اگر هر دو اسید قوی باشند، پس به یقین اتم‌های هالوژن X و A نمی‌توانند فلوئور باشد و جمع عدد اتمی آن‌ها به یقین از ۲۶ بزرگ‌تر است.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۱۶۰

جوابش اینه

در واکنش اسیدها با فلز منیزیم، در شرایط یکسان دما و غلظت هرچه شمار اتم‌های هیدروژن اسیدی در فرمول اسید بیشتر باشد، حجم گاز هیدروژن آزادشده بیشتر است.

توجه داشته باشید که قدرت اسیدی در شدت واکنش اسید با فلز و سرعت تولید گاز هیدروژن تأثیرگذار است ولی مقدار گاز تولیدشده به ضریب استوکیومتری در معادله موازنه شده بستگی دارد.

از این رو در میان ۸ اسید مطرح شده به‌جز H_2SO_4، سایر اسیدها در واکنش با یک مول فلز منیزیم، ۰/۵ مول $H_2(g)$ تولید می‌کنند ولی H_2SO_4 در این شرایط دو برابر $H_2(g)$ تولید می‌کند.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

۱۶۱

جوابش اینه

رابط میان pH و غلظت و همچنین درجه یونش و غلظت به‌صورت غیرخطی است با این تفاوت که با افزایش غلظت باز، pH محلول افزایش می‌یابد ولی با افزایش غلظت باز درجه یونش کاهش می‌یابد.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۶۲ جوابش اینه

$$pH = ۲/۱ \Rightarrow [H^+] = ۱۰^{-۲/۱} = ۱۰^{-۳} \times ۱۰^{+۰/۹} = ۱۰^{-۳} \times ۸$$

$$۲\times۱۰^{-۴} = \frac{[H^+]^۲}{M - \underbrace{[H^+]}_{\text{چشم‌پوشی}}} \Rightarrow ۲\times۱۰^{-۴} = \frac{[H^+]^۲}{M}$$

$$۲\times۱۰^{-۴} = \frac{(۸\times۱۰^{-۳})^۲}{M} \Rightarrow M = \frac{۶۴\times۱۰^{-۶}}{۲\times۱۰^{-۴}} = ۰/۳۲$$

$$\text{جرم اسید} = ۰/۴\,L \times \frac{۰/۳۲\,mol}{L} \times \frac{۴۶\,g\,HCOOH}{۱\,mol\,HCOOH} \times \frac{۱۰۰۰\,mg}{۱\,g} = ۵۸۸۸$$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۱۶۳ جوابش اینه

$$pH = ۱۱ \Rightarrow pOH = ۱۴ - ۱۱ = ۳ \Rightarrow [OH^-] = ۱۰^{-۳}\ mol\cdot L^{-۱}$$

$$۲/۵\times۱۰^{-۵} = \frac{[OH^-]^۲}{M} \Rightarrow ۲/۵\times۱۰^{-۵} = \frac{(۱۰^{-۳})^۲}{M} \Rightarrow M = ۰/۰۴\,mol\cdot L^{-۱}$$

$$\text{باز } mol = \frac{۴/۲۸}{\text{جرم مولی}} \Rightarrow ۰/۰۴ = \frac{(\frac{۴/۲۸}{\text{جرم مولی}})\,mol}{۱L} \Rightarrow \text{جرم مولی} = ۱۰۷\,g\cdot mol^{-۱}$$

جرم مولی ماده آلی در گزینهٔ ۲ برابر $۱۰۷\,g\cdot mol^{-۱}$ است.

توجه داشته باشید که دو ترکیب داده‌شده در گزینه‌های ۳ و ۴ ایزومر هستند، پس جرم مولی برابری دارند و نیازی به محاسبه جرم مولی آن‌ها نیست و حذف می‌شوند.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۶۴ جوابش اینه

$$CaO(s)+H_2O(l)\rightarrow Ca(OH)_2(aq)\rightarrow Ca^{2+}(aq)+2OH^-(aq)$$

$$\frac{28.0\times10^{-3}g\times\frac{80}{100}}{1\times56\,g\,CaO}=\frac{?\,mol}{1\,mol\,Ca^{2+}}\Rightarrow ?=0/004\,mol\,Ca^{2+}$$

$$\left[Ca^{2+}\right]=\frac{0/004\,mol}{0/8\,L}=5\times10^{-3}\,M$$

$$pH=11/9\Rightarrow pOH=14-11/9=2/1\Rightarrow\left[OH^-\right]=10^{-2/1}=10^{-3}\times10^{+0/9}=8\times10^{-3}$$

$$NaOH(aq)\rightarrow Na^+(aq)+OH^-(aq)$$

غلظت مولی OH^- و Na^+ برابر است، پس:

$$\left[Na^+\right]=8\times10^{-3}\,M$$

مجموع غلظت مولی دو کاتیون Ca^{2+} و Na^+ در محلول نهایی برابر است با:

$$(5\times10^{-3})+(8\times10^{-3})=13\times10^{-3}=1/3\times10^{-2}\,M$$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۱۶۵ جوابش اینه

نمودارهای «الف»، «ب» و «پ» درست هستند.

نباید سراغ اینا بری

نمودار «ت»، نادرست است؛ زیرا K_a در دمای اتاق ثابت است.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۱۶۶ جوابش اینه

برای خنثی شدن کامل باید شمار مول‌های یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید برابر شود.

$$pH=12/3\Rightarrow pOH=14-12/3=1/7\Rightarrow\left[OH^-\right]=10^{-1/7}=10^{-2}\times10^{0/3}=2\times10^{-2}\,mol\cdot L^{-1}$$

$$mol\,OH^-=0/2\,L\times2\times10^{-2}\,mol\cdot L^{-1}=4\times10^{-3}\,mol$$

$$N_2O_5(s)+H_2O(l)\rightarrow 2HNO_3(aq)\rightarrow 2H^+(aq)+2NO_3^-(aq)$$

برای خنثی شدن باید مول OH^- با مول H^+ برابر باشد، پس:

$$\frac{?\times10^{-3}\,g}{108\,g\,N_2O_5}=\frac{4\times10^{-3}\,mol}{2\,mol\,H^+}\Rightarrow ?=216\,mg$$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۶۷

جوابش اینه

در حالت اولیه : $pH = ۱/۳ \Rightarrow [H^+] = ۵\times۱۰^{-۲}$, $K_a = ۱۲۵\times۱۰^{-۴} \Rightarrow K_a = \frac{[H^+]^۲}{M-[H^+]}$

$\Rightarrow ۱۲۵\times \cancel{۱۰^{-۴}} = \frac{۲۵\times \cancel{۱۰^{-۴}}}{M-۰/۰۵} \Rightarrow M = ۰/۲۵$

حالت ۲ : $pH = ۰/۷ \Rightarrow [H^+] = ۰/۲$, $[A^-] = ۰/۲$, $[HA] = ۰/۲۵ - ۰/۲ = ۰/۰۵$

$K_a = \frac{۰/۲\times ۰/۲}{۰/۰۵} = ۰/۸$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۱۶۸

جوابش اینه

اگر اسید قوی باشد، با ۱۰۰ برابر شدن حجم محلول، غلظت $\frac{۱}{۱۰۰}$ مقدار اولیه خواهد شد و به pH به میزان ۲ واحد زیاد می‌شود، اما در اسیدهای ضعیف مانند HCN مقدار pH به میزان کمتری افزایش می‌یابد و فقط گزینهٔ ۱ با این توصیف سازگار است.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۱۶۹

جوابش اینه

$HNO_۳ \begin{cases} V = ۴۰۰mL = ۰/۴L \\ pH = ۰/۳ \Rightarrow [H^+] = M = ۰/۵ \end{cases} \Rightarrow \text{مول} = ۰/۴\times ۰/۵ = ۰/۲$

$۲HNO_۳ + CaO \rightarrow Ca(NO_۳)_۲ + H_۲O$

$\frac{۰/۲}{۲mol\,HNO_۳} = \frac{x}{۵۶g\,CaO}\times\frac{۷۰}{۱۰۰} \Rightarrow x = ۸g$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۱۷۰

جوابش اینه

$H_۲A \rightarrow H^+ + HA^-$, $\alpha = ۱ \Rightarrow [H^+] = ۰/۱$, $[HA^-] = ۰/۱$

$HA^- \rightleftharpoons H^+ + A^{۲-}$, $\alpha = ۰/۶ \Rightarrow [H^+] = ۰/۶\times ۰/۱ = ۰/۰۶$

$[H^+]_{\text{کل}} = ۰/۱ + ۰/۰۶ = ۰/۱۶ \Rightarrow pH = -\log ۰/۱۶ = ۲ - ۴\log ۲ = ۰/۸$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۷۱

جوابش اینه

ابتدا معادلهٔ واکنش‌های مربوط به خنثی شدن اسید معده توسط این دو ضداسید را می‌نویسیم:

$$Al(OH)_3(s)+3HCl(aq) \rightarrow AlCl_3(aq)+3H_2O(l)$$

$$Mg(OH)_2(s)+2HCl(aq) \rightarrow MgCl_2(aq)+2H_2O(l)$$

سپس با توجه به چگالی شربت معده و غلظت ppm، جرم دو ضد اسید را به‌دست می‌آوریم.

$$20mL \times \frac{1/125g}{1mL} = 22/5g \text{ شربت}$$

$$232 = \frac{?g\,Mg(OH)_2}{22/5} \times 10^6 \Rightarrow ? = 5220 \times 10^{-6} g$$

$$234 = \frac{?g\,Al(OH)_3}{22/5} \times 10^6 \Rightarrow ? = 5265 \times 10^{-6} g$$

اکنون غلظت مولی HCl را از pH به‌دست می‌آوریم:

$$pH = 1/3 \Rightarrow [H^+] = 10^{-1/3} = 10^{-2} \times 10^{0/7} = 10^{-2} \times 5\, mol \cdot L^{-1}$$

$$Al(OH)_3 \sim 3HCl$$

$$\frac{5265 \times 10^{-6} g}{78 g} = \frac{V \times 0/05 M}{3 mol} \Rightarrow V = 4/05 mL$$

$$Mg(OH)_2 \sim 2HCl$$

$$\frac{5220 \times 10^{-6} g}{58 g} = \frac{V \times 0/05 M}{2 mol} \Rightarrow V = 3/6 mL$$

کل حجم مصرفی از اسید معده برابر است با:

$$4/05 + 3/6 = 7/65$$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۱۷۲

$$HA \begin{cases} mg \\ pH_{HA} \\ a = \text{جرم مولی} \Rightarrow n_{HA} = \frac{m}{a} \end{cases}$$

$$HB \begin{cases} 1/5 mg \\ pH_{HB} \\ 3a = \text{جرم مولی} \Rightarrow n_{HB} = \frac{1/5 m}{3a} \end{cases}$$

$$pH(HA) = pH(HB) \Rightarrow [H^+]_{HA} = [H^+]_{HB} \xrightarrow{[H^+]=M\alpha} \alpha_{HA} \times \frac{m}{a} = \alpha_{HB} \times \frac{1/5m}{3a}$$

$$\Rightarrow \alpha_{HA} = \frac{1}{2}\alpha_{HB} \Rightarrow \frac{\alpha_{HA}}{\alpha_{HB}} = \frac{1}{2}$$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۷۳ در دمای معین، ثابت یونش معیار مناسبی برای مقایسهٔ قدرت دو اسید است. داده‌های سؤال نشان می‌دهند هیدروسیانیک اسید، اسید ضعیف‌تری از استیک اسید است و در شرایط یکسان، میزان یونش کمتری از استیک اسید دارد.

تنها در غلظت بیشتر از هیدروسیانیک اسید، می‌تواند غلظت یون هیدرونیوم در محلول دو اسید برابر باشد.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۱۷۴ $CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$

$$K_a = \frac{[H^+]^2}{M - [H^+]} = \frac{10^{-3} \times 10^{-3}}{M - 10^{-3}} \Rightarrow 2 \times 10^{-5} \simeq \frac{10^{-6}}{M} \Rightarrow M = 0/05\,mol \cdot L^{-1}$$

$$g\ CH_3COOH = \frac{500}{1000} L \times 0/05\,mol \cdot L^{-1} \times 60\,g \cdot mol^{-1} = 1/5\,g$$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۱۷۵ همهٔ نمودارهای داده‌شده درست‌اند.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۱۷۶ $$K_a = 10^{-5} \Rightarrow 10^{-5} = \alpha^2 \times 0/1 \Rightarrow \alpha = 0/01 \Rightarrow [H_3O^+] = 0/01 \times 0/1 = 0/001$$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

۱۷۷ $CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$

اتانوئیک اسید، یک اسید ضعیف است و به مقدار کمی یونیده می‌شود؛ بنابراین خواهیم داشت:

$$[CH_3COOH] > [H^+] = [CH_3COO^-] > [OH^-]$$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۱۷۸ بررسی گزینه‌های نادرست:

گزینهٔ ۱) با افزودن آب خالص به محلول اسید، محلول رقیق‌تر شده و به‌دلیل کاهش غلظت یون هیدرونیوم، pH محلول افزایش می‌یابد.

گزینهٔ ۲) اگر غلظت یون هیدرونیوم در محلولی نصف ($\frac{1}{2}$ برابر) شود، pH آن محلول ۰/۳ واحد افزایش می‌یابد.

گزینهٔ ۳) گسترهٔ تغییر pH برای محلول‌های آبی در دمای اتاق از صفر تا ۱۴ است.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

۱۷۹ با توجه به اینکه ثابت یونش اسید HA عددی کوچکی است، می‌توان نوشت:

$$K_a \simeq M\alpha^2 \Rightarrow 25 \times 10^{-6} = M \times (0/01)^2 \Rightarrow M = 25 \times 10^{-2}\,mol \cdot L^{-1}$$

$$HA\ جرم = 25 \times 10^{-2} \frac{mol}{L} \times 2L \times \frac{20\,g\ HA}{1\,mol\ HA} = 10\,g\ HA$$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۸۰

$pH = ۱ \Rightarrow [H^+] = ۰/۱$ اولیه

$HNO_۳$ مول اولیه $= ۰/۱ \times ۰/۱ = ۰/۰۱$

$pH = ۰/۳ \Rightarrow [H^+] = ۱۰^{-۰/۳} = \frac{۱}{۱۰^{۰/۳}} \simeq \frac{۱}{۲} = ۰/۵ \Rightarrow$ مول نهایی $= ۰/۵ \times ۰/۱ = ۰/۰۵$ نهایی

مول اضافه‌شده $= ۰/۰۵ - ۰/۰۱ = ۰/۰۴$

$۰/۰۴ \text{mol } HNO_۳ \times \frac{۶۳ \text{g } HNO_۳}{۱ \text{mol } HNO_۳} \times \frac{۱۰۰ \text{g محلول}}{۷۰ \text{g } HNO_۳} = ۳/۶ \text{g}$ محلول

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۱۸۱

A محلول $: pH = ۱۴ \Rightarrow [H^+] = ۱۰^{-۱۴} \Rightarrow [OH^-] = ۱ \Rightarrow M = ۱ \Rightarrow$ مول باز $= ۰/۲$

B محلول $: pH = ۰/۳ \Rightarrow [H^+] = ۰/۵ \Rightarrow M = ۰/۵ \Rightarrow$ مول اسید $= ۰/۵ \times ۰/۳ = ۰/۱۵$

C محلول $: pH = ۱۱ \Rightarrow [OH^-] = ۱۰^{-۳} \xrightarrow{K_b = \frac{[OH^-]^۲}{M}} M = ۰/۱ \Rightarrow$ مول باز $= ۰/۰۵$

با اضافه کردن آن‌ها به هم، باز به‌طور کامل خنثی نمی‌شود. $\Leftarrow$ { ۳۰۰ میلی‌لیتر محلول C شامل $۰/۰۳$ مول باز است. ؛ ۳۰۰ میلی محلول HCl با $pH = ۳$ شامل ۳×۱۰^{-۴} مول اسید است. }

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۱۸۲

$pH = ۰/۱۵ \Rightarrow [H^+] = ۱۰^{-۰/۱۵} = ۱۰^{-۱} \times ۱۰^{۰/۸۵} = ۰/۷$

$HCl(aq) + NaHCO_۳(aq) \rightarrow NaCl(aq) + H_۲O(l) + CO_۲(g)$

$\frac{۰/۷ \times ۰/۱}{۱} = \frac{x}{۲۲/۴} \Rightarrow x = ۰/۰۷ \times ۲۲/۴ = ۱/۵۶۸ \text{L}$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۱۸۳

با توجه به نمودار داده‌شده، غلظت یون هیدروکسید در محلول آمونیاک ($۱۰^{-۳}$ مولار)، $۰/۰۱$ برابر غلظت یون هیدرونیوم در محلول اسید معده ($۱۰^{-۱}$ مولار) بوده و pH نمونه آب گازدار ($[H^+] = ۱۰^{-۴} \text{mol} \cdot \text{L}^{-۱}$) برابر با ۴ است.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

۱۸۴

$Zn(s) + ۲HCl(aq) \rightarrow ZnCl_۲(aq) + H_۲(g)$

$Zn(s) + \underbrace{۲H^+(aq) + ۲Cl^-(aq)}_{۴ \text{mol}} \rightarrow \underbrace{Zn^{۲+}(aq) + ۲Cl^-(aq)}_{۳ \text{mol}} + H_۲(g)$

در این واکنش، فلز روی اکسایش یافته و کاهنده است و یون H^+ الکترون گرفته و نقش اکسنده را ایفا می‌کند. با کاهش غلظت H^+، غلظت OH^- و pH محلول افزایش می‌یابد. همچنین با توجه به کمتر شدن مجموع غلظت مولی یون‌ها، رسانایی الکتریکی محلول کمتر می‌شود.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۸۵ جوابش اینه

در محلول‌های آبی $[H^+]$ یا $[OH^+]$ ممکن است. بسیار ناچیز باشد اما برابر با صفر نیست. در دمای اتاق $[H^+][OH^-] = ۱۰^{-۱۴}$ است؛ بنابراین هیچ‌کدام نمی‌توانند صفر باشند.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۱۸۶ جوابش اینه

آنیون محلول اسیدی و کاتیون محلول بازی نقشی در واکنش خنثی شدن ندارند که در گزینهٔ ۴ برعکس بیان شده است.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۱۸۷ جوابش اینه

$Ba(OH)_۲$ یک باز قوی و غیر خوراکی است.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

۱۸۸ جوابش اینه

$$[H^+] = ۴ \times ۱۰^{-۴} \Rightarrow pH = -\log ۴ \times ۱۰^{-۴} = ۳/۴$$

$$[OH^-] = ۷ \times ۱۰^{-۵} = [H^+] = \frac{۱۰^{-۱۴}}{۷ \times ۱۰^{-۵}} = \frac{۱۰^{-۹}}{۷} \Rightarrow pH = ۹ + \log ۷ = ۹/۸۵$$

$$\Delta pH = ۹/۸۵ - ۳/۴ = ۶/۴۵$$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۱۸۹ جوابش اینه

$$M \times ۰/۳ = \frac{۱}{۶۰} mol \Rightarrow M = \frac{۱}{۱۸} mol \cdot L^{-۱}$$

$$۱/۸ \times ۱۰^{-۵} = \frac{۱}{۱۸} \times \alpha^۲ \Rightarrow \alpha^۲ = ۱۸ \times ۱/۸ \times ۱۰^{-۵} = (۱/۸)^۲ \times ۱۰^{-۴} \Rightarrow \alpha = ۱/۸ \times ۱۰^{-۲}$$

$$[H^+] = M \cdot \alpha = ۱/۸ \times ۱۰^{-۲} \times \frac{۱}{۱۸} = ۱۰^{-۳} \Rightarrow pH = ۳$$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۹۰

جوابش اینه

	H_2A	$\rightleftharpoons$	H^+	+	HA^-
اولیه	۰/۰۵		۰		۰
پس‌از یونش	۰/۰۱		۰/۰۴		۰/۰۴

	HA^-	$\rightleftharpoons$	H^+	+	A^{2-}
اولیه	۰/۰۴		۰		۰
پس‌از یونش	۰/۰۲		۰/۰۲		۰/۰۲

$$K_a(HA^-) = \frac{(۰/۰۲ + ۰/۰۴) \times ۰/۰۲}{۰/۰۲} = ۰/۰۶$$

$$pH = -\log ۰/۰۶ = ۲ - ۰/۸ = ۱/۲$$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۱۹۱

جوابش اینه

$$pH(HNO_3) = ۰/۳ \Rightarrow [H^+] = ۰/۵ \Rightarrow \text{مول اولیه اسید} = ۰/۵ \times ۰/۱ = ۰/۰۵$$

$$\text{مول } NaOH = \frac{۰/۴}{۴۰} = ۰/۰۱$$

$$\text{مول خنثی شده توسط } KOH = ۰/۰۲ \Rightarrow \text{مول اسید باقی‌مانده} = ۰/۰۵ - ۰/۰۱ = ۰/۰۴$$

$$KOH : pH = ۱۴ \Rightarrow pOH = ۰ \Rightarrow M = ۱$$

$$۰/۰۲ = ۱ \times V \Rightarrow V_{KOH} = ۰/۰۲L \text{ یا } ۲۰mL$$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۱۹۲

$$\text{در اسیدهای ضعیف } K_a = \frac{[H^+]^2}{M}$$

$$\begin{cases} HA : K_a = \dfrac{[H^+]_1^2}{M} \\ HA' : K_a' = \dfrac{[H^+]_2^2}{M} \end{cases} \Rightarrow \frac{[H^+]_1^2}{[H^+]_2^2} = ۱۰۰$$

$$\frac{[H^+]_1}{[H^+]_2} = ۱۰ \Rightarrow [H^+]_1 = ۱۰[H^+]_2 \Rightarrow pH_1 = pH_2 - ۱$$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۹۳

$$\begin{cases} pH(HCl)=۰/۳ \Rightarrow [H^+]=۰/۵ \\ pH(HNO_۳)=۱/۳ \Rightarrow [H^+]=۰/۰۵ \end{cases} \Rightarrow [H^+]_{کل}=\frac{(۰/۵\times۱۰۰)+(۴۰۰\times۰/۰۵)}{۵۰۰}$$

$$\Rightarrow [H^+]=\frac{۷}{۵۰} \Rightarrow pH=-\log\frac{۷}{۵۰}=۱/۷-۰/۸۵=۰/۸۵$$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۱۹۴

فقط عبارت «پ» درست است.

بررسی عبارت‌های نادرست:

عبارت الف) از کمّیت pH برای بیان غلظت کم و بسیار کم یون هیدرونیوم استفاده می‌شود.

عبارت ب) آب خالص همیشه خنثی است حتی اگر pH برابر ۷ نباشد.

عبارت ت)

$$\left.\begin{array}{l} HCl: pH=a \Rightarrow [H^+]=M=۱۰^{-a} \\ KOH: pH=۳a \Rightarrow [OH^-]=\frac{۱۰^{-۱۴}}{[H^+]}=M'=\frac{۱۰^{-۱۴}}{۱۰^{-۳a}} \end{array}\right\} \Rightarrow \frac{M}{M'}=\frac{\frac{۱۰^{-a}}{۱}}{\frac{۱۰^{-۱۴}}{۱۰^{-۳a}}}=۱۰^{-۴a}\times۱۰^{۱۴}=۱۰^{۱۴}\times[H^+]^۴_{(HCl)}$$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۱۹۵

$$pH_۱=۴ \Rightarrow [H^+]_۱=۱۰^{-۴}mol\cdot L^{-۱} \Rightarrow \alpha_۱=\frac{[H^+]}{M_۱}=\frac{۱۰^{-۴}}{۰/۱}=۰/۰۰۱$$

$$pH_۲=۴/۳ \Rightarrow [H^+]_۲=۱۰^{-۴/۳}=۵\times۱۰^{-۵}mol\cdot L^{-۱} \Rightarrow \alpha_۲=\frac{[H^+]}{M_۲}=\frac{۵\times۱۰^{-۵}}{\frac{۰/۱}{۴}}=۰/۰۰۲$$

$$\frac{\alpha_۲}{\alpha_۱}=\frac{۰/۰۰۲}{۰/۰۰۱}=۲$$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۱۹۶

بررسی گزینه‌های نادرست:

گزینهٔ ۱) در دمای اتاق، غلظت $H_۳O^+$ با غلظت OH^-، رابطهٔ وارونه دارد. (نمودار باید نزولی باشد.)

گزینهٔ ۳) با افزایش غلظت $H_۳O^+$، نسبت $\frac{[H_۳O^+]}{[OH^-]}$ نیز افزایش می‌یابد.

گزینهٔ ۴) حاصل‌ضرب غلظت $H_۳O^+$ و OH^- در دمای اتاق، فقط وابسته به دما است و با تغییر غلظت یکی از یون‌ها، دچار تغییر نمی‌شود.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۹۷ حجم محلول دو برابر و غلظت مولی آن نصف می‌شود (به ۰/۰۱ مولار می‌رسد). اگر HA اسید قوی باشد، pH آن از ۱/۷ به ۲ افزایش می‌یابد؛ بنابراین در اینجا HA یک اسید ضعیف است. در ضمن غلظت یون هیدرونیوم در محلول رقیق‌شده، بیشتر از نصف غلظت آن در محلول اولیه است. چون pH به‌اندازهٔ ۰/۱۵ تغییر کرده است و این تغییر نشان می‌دهد که غلظت یون هیدرونیوم نصف نشده است.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۱۹۸ با توجه به نمودار، در محلول موردنظر غلظت یون هیدروکسید ۹ برابر غلظت یون هیدرونیوم است: $\left[OH^-\right]=9\times\left[H^+\right]$

$$\left[H^+\right]\left[OH^-\right]=10^{-14}\Rightarrow 9\times\left[H^+\right]^2=10^{-14}\Rightarrow\left[H^+\right]=\frac{1}{3}\times10^{-7}\,mol\cdot L^{-1}$$

$$\left[OH^-\right]=\frac{10^{-14}}{\frac{1}{3}\times10^{-7}}=3\times10^{-7}\,mol\cdot L^{-1}$$

$$pH=-\log\left[H^+\right]\Rightarrow pH=-\log(\frac{1}{3}\times10^{-7})=7+\log3\simeq7/5$$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۱۹۹ ابتدا غلظت مولی HBr را محاسبه می‌کنیم:

$$0/2\,L\,AgNO_3\times\frac{0/2\,mol\,AgNO_3}{1\,L\,AgNO_3}\times\frac{1\,mol\,HBr}{1\,mol\,AgNO_3}=0/04\,mol\,HBr$$

$$\left[HBr\right]=\frac{0/04\,mol}{0/4\,L}=0/1\,mol\cdot L^{-1}$$

$$pH=-\log\left[H^+\right]=-\log10^{-1}=1$$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۲۰۰ نسبت شمار آنیون به کاتیون در $Mg(OH)_2$ برابر با ۲ و در جوش‌شیرین ($NaHCO_3$) برابر با یک است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ ۱) با انجام این واکنش در بدن، مقدار اسید معده کاهش و pH آن افزایش می‌یابد.

گزینهٔ ۲) یون Mg^{2+} با صابون رسوب تشکیل داده و قدرت پاک‌کنندگی را کاهش می‌دهد.

گزینهٔ ۳) در این واکنش، رسوبی شامل یون Cl^- تشکیل نشده است؛ بنابراین نمی‌تواند برای شناسایی این یون به‌کار رود.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۰۱ آب + اتیل استات ← اتانول + استیک اسید

$$[H^+] = ۱۰^{-pH} = ۱۰^{-۲/۴} = ۱۰^{-۳} \times (۱۰^{۰/۳})^۲ = ۴ \times ۱۰^{-۳}\ mol \cdot L^{-۱}$$

$$K_a = \frac{[H^+]^۲}{M} \Rightarrow M = \frac{۱۶ \times ۱۰^{-۶}}{۱/۶ \times ۱۰^{-۵}} = ۱ mol \cdot L^{-۱}$$

$$\text{مول استیک اسید}(C_۲H_۴O_۲) = ۱ mol \cdot L^{-۱} \times ۲L = ۲ mol$$

در واکنش سنتز استر، به‌ازای مصرف هر مول اسید، یک مول استر به‌دست می‌آید:

$$\text{جرم استر}(C_۴H_۸O_۲) = ۲ mol \times ۸۸ g \cdot mol^{-۱} = ۱۷۶ g$$

$$\text{درصد جرمی استیک اسید در سرکه} = \frac{۲ mol \times ۶۰ g \cdot mol^{-۱}}{۲۰۰۰ mL \times ۱/۰۵ g \cdot mL^{-۱}} \times ۱۰۰ \simeq ٪۵/۷$$

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۲۰۲ کاغذ pH بر اثر تماس با محلول آبی جوش‌شیرین، آبی‌رنگ می‌شود و از این تجربه می‌توان نتیجه گرفت که جوش‌شیرین ($NaHCO_۳$) خاصیت بازی دارد و نمک‌ها می‌توانند با حل شدن در آب خاصیت اسیدی آن را تغییر دهند.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۲۰۳ اگر حجم یک محلول اسید یا باز قوی را با افزودن آب به ۱۰ برابر خود برسانیم، pH محلول ۱ واحد تغییر می‌کند. اگر این محلول اسیدی ($pH < ۷$) باشد، pH یک واحد افزایش می‌یابد و اگر محلول بازی ($pH > ۷$) باشد، pH یک واحد کاهش می‌یابد؛ پس در اینجا باید ۱۰ میلی‌لیتر از محلول سود را با ۹۰ میلی‌لیتر آب مخلوط کنیم.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۲۰۴ pH شیرهٔ معده در هنگام فعالیت آن حدود ۱/۵ و در هنگام استراحت حدود ۳/۷ است.

(گزینه دو ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۲۰۵ وبا یک بیماری واگیردار است که به دلیل آلوده شدن آب‌ها و نبود بهداشت شایع می‌شود.

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

۲۰۶ تنها مورد «الف» نادرست است.

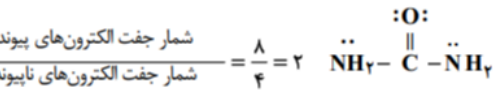
فرمول شیمیایی روغن زیتون به‌صورت $C_{۵۷}H_{۱۰۴}O_۶$ است؛ بنابراین در آن تعداد هیدروژن‌ها ۲ برابر تعداد کربن‌ها نیست.

بررسی موارد درست:

ب) فرمول شیمیایی وازلین به‌صورت $C_{۲۵}H_{۵۲}$ است که با فرمول همگانی آلکان‌ها ($C_nH_{۲n+۲}$) مطابقت دارد.

پ)

$$\frac{\text{شمار جفت الکترون‌های پیوندی}}{\text{شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی}} = \frac{۸}{۴} = ۲$$



ت) ضد یخ که همان اتیلن گلیکول است، در آب محلول و در هگزان نامحلول است.

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۲۰۷ رنگ پوششی یک کلوئید است. کلوئیدها به‌ظاهر همگن هستند ولی در اصل از مخلوط‌های ناهمگن بوده و از توده‌های مولکولی تشکیل شده‌اند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: ژله، کلوئید است و ذره‌های سازنده‌ی آن، توده‌های مولکولی هستند.

گزینهٔ «۲»: شربت معده یک سوسپانسیون و مخلوط اوره و آب، یک محلول است. سوسپانسیون برخلاف محلول، نور را پخش می‌کند.

گزینهٔ «۳»: مخلوط پایدار شده‌ی آب و روغن، یک کلوئید است.

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۰۸ مورد اول درست است. زیرا هر دو مولکول ناقطبی هستند.(در مولکول A بخش ناقطبی بر قطبی غلبه دارد.)

مورد دوم درست است.

$A: C_{17}H_{35}COOH = C_{18}H_{36}O_2 : 284 g.mol^{-1} \quad B: C_{57}H_{110}O_6 = 890 g.mol^{-1}$

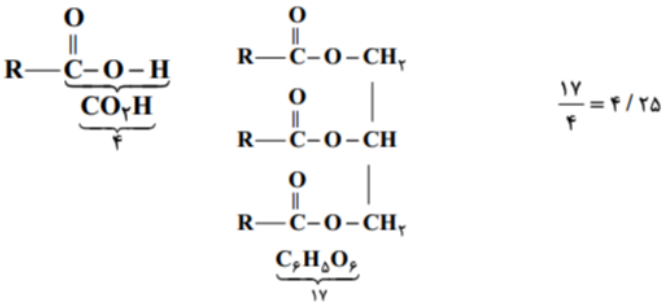
اختلاف جرم مولی $= 890 - 284 = 606 \frac{g}{mol}$

مورد سوم نادرست است.

$1C_{57}H_{110}O_6 \sim 57CO_2(g) + 55H_2O(l)$

$?LCO_2 = 89 g\, C_{57}H_{110}O_6 \times \frac{1 mol}{890 g} \times \frac{57 mol\, CO_2}{1 mol\, C_{57}H_{110}O_6} \times \frac{22/4 LCO_2}{1 mol\, CO_2} = 127/68 LCO_2$

مورد چهارم درست است. نیروی بین مولکولی غالب در این مولکول‌ها از نوع وان‌درووالسی است.



$\frac{17}{4} = 4/25$

مورد پنجم درست است.

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۲۰۹ موارد چهارم و پنجم درست‌اند. بررسی همهٔ موارد:

مورد اول: نادرست- ممکن است کاتیون آن NH_4^+ باشد.

مورد دوم: نادرست- صابون از طریق بخش ناقطبی با مولکول‌های چربی جاذبهٔ واندروالسی برقرار می‌کند. (پیوند اشتراکی تشکیل نمی‌دهد!)

مورد سوم: نادرست- مخلوط آب، روغن و صابون یک کلوئید است و نور را پخش می‌کند.

مورد چهارم: درست- مطابق خود را بیازمایید کتاب درسی صفحهٔ ۹ شیمی دوازدهم

مورد پنجم: درست – این صابون یک گروه R ۱۷ کربنی دارد و فرمول شیمیایی آن به صورت $C_{17}H_{35}COONa$ خواهد بود و جرم مولی آن ۳۰۶ گرم بر مول است.

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۲۱۰ پاک‌کننده‌های صابونی با آلاینده‌ها واکنش نمی‌دهند. (نادرستی عبارت اول)

نوع جاذبهٔ ذرات چربی با بخش ناقطبی پاک‌کننده از نوع وان‌درووالسی است. (نادرستی عبارت دوم)

مخلوط شکل B کلویید و ناهمگن بوده که توانایی پخش نور را دارد. (درستی عبارت سوم)

با افزایش غلظت Ca^{2+} و Mg^{2+} قدرت پاک‌کنندگی صابون کاهش می‌یابد. (درستی عبارت چهارم)

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۲۱۱ می‌دانیم صابون جامد، نمک سدیم اسیدهای چرب است پس سدیم‌هیدروکسید ترکیب مناسب انتخاب شده است

معادلهٔ واکنش انجام شده را می‌نویسیم و جرم سدیم‌هیدروکسید مورد نیاز را محاسبه می‌کنیم:

$CH_3(CH_2)_{16}COOH + NaOH \rightarrow CH_3(CH_2)_{16}COO^-Na^+ + H_2O$

$?g\,NaOH = 90/8 g\ \text{چربی} \times \frac{1 mol\ \text{چربی}}{284 g\ \text{چربی}} \times \frac{1 mol\, NaOH}{1 mol\ \text{چربی}} \times \frac{40 g\, NaOH}{1 mol\, NaOH} = 128 g\, NaOH$

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۲۱۲ $2CH_3(C_2H_4)_xCOONa(aq) + CaCl_2(aq) \rightarrow (CH_3(C_2H_4)_xCOO)_2Ca(s) + 2NaCl(aq)$

$6/06 g\ \text{رسوب} = 6/12 g\ \text{صابون} \times \frac{1 mol\ \text{صابون}}{(82+28x) g\ \text{صابون}} \times \frac{1 mol\ \text{رسوب}}{2 mol\ \text{صابون}} \times \frac{(158+56x) g\ \text{رسوب}}{1 mol\ \text{رسوب}} \Rightarrow x = 8$

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۲۱۳ با توجه به جدول خود را بیازمایید صفحهٔ ۹ کتاب درسی شیمی دوازدهم، مقایسهٔ درصد لکهٔ باقی‌مانده و درصد لکهٔ پاک شده به صورت زیر می‌باشد:

مقایسهٔ درصد لکهٔ باقی‌مانده : $A > B = D > C$

مقایسهٔ درصد لکهٔ پاک شده : $C > B = D > A$

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۱۴ **پاسخ تشریحی** با توجه به نمودار، از سال ۱۳۶۰ و بعد از آن، درصد جمعیتی که امید به زندگی زیر ۴۰ سال دارند، برابر صفر است، اما تازه از سال ۱۳۷۵ (یعنی حدود ۱۵ سال بعد)، امید به زندگی بالای ۸۰ سال در جمعیت ظاهر شده است، نه ۱۰ سال بعد!

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) با توجه به نمودار، درصد مردمی که امید به زندگی آن‌ها بین ۴۰ تا ۵۰ سال است، از سال ۱۳۶۰ تا ۱۳۸۰ تقریباً ثابت است.

۲) با توجه به نمودار، در دورهٔ زمانی ۱۳۹۵ ـ ۱۳۹۰، حدود نیمی از درصد جمعیت جهان، امید به زندگی بین ۷۰ تا ۸۰ سال داشته‌اند؛ به عبارت دیگر اگر جمعیت کل جهان را در سال ۱۳۹۳، ۸ میلیارد در نظر بگیریم، تقریباً ۴ میلیارد نفر یا نیمی از این جمعیت، امید به زندگی ۸۰ ـ ۷۰ سال داشته‌اند.

۴) با گذشت زمان و نیز با گسترش استفاده از صابون و توجه به نظافت و بهداشت، آلودگی‌ها و عوامل بیماری‌زا در محیط کاهش و با افزایش سطح تندرستی و بهداشت فردی و همگانی، شاخص امید به زندگی در جهان افزایش یافته است.

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

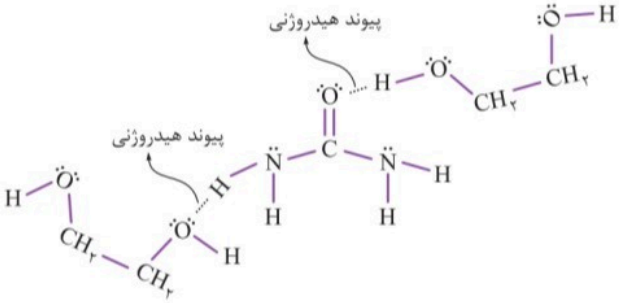
۲۱۵ **پاسخ تشریحی** عبارت‌های اول، دوم و چهارم درست‌اند.

بررسی عبارت‌ها:

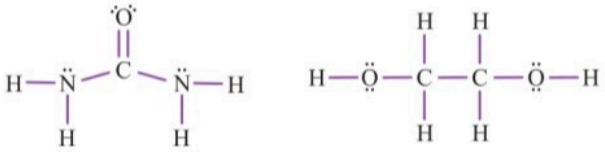
عبارت اول: اوره $(CO(NH_2)_2)$ و اتیلن‌گلیکول (CH_2OHCH_2OH) به خوبی در یکدیگر حل می‌شوند؛ زیرا هر دو قطبی هستند و هم‌چنین هر دو توانایی تشکیل پیوند هیدروژنی را دارند.

نکته توجه داشته باشید که مواد دارای پیوند هیدروژنی در حلال‌های دارای پیوند هیدروژنی به خوبی حل می‌شوند.

عبارت دوم: *گفتیم* که هر دو مولکول اوره و اتیلن‌گلیکول، توانایی تشکیل پیوند هیدروژنی را دارند؛ زیرا در ساختار خود به ترتیب دارای پیوندهای $N-H$ و $O-H$ هستند؛ بنابراین می‌توانند با هم پیوند هیدروژنی تشکیل دهند. نمایش تعدادی از پیوندهای هیدروژنی بین اوره و اتیلن‌گلیکول به صورت مقابل است:



عبارت سوم: در ساختار مولکول اوره، ۸ جفت الکترون پیوندی و ۴ جفت الکترون ناپیوندی وجود دارد که نسبت اولی به دومی برابر ۲ است، اما در ساختار مولکول اتیلن‌گلیکول، ۹ جفت الکترون پیوندی و ۴ جفت الکترون ناپیوندی وجود دارد که نسبت اولی به دومی برابر ۲۵ / ۲ است:



اوره اتیلن‌گلیکول

عبارت چهارم: در ساختار مولکول اوره، دو گروه عاملی آمیدی $(-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-N-)$ و در ساختار مولکول اتیلن‌گلیکول، دو گروه عاملی هیدروکسیل $(-OH)$ وجود دارد.

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud

۲۱۶ **پاسخ تشریحی** در فرایند انحلال، اگر ذره‌های سازندهٔ حل‌شونده با مولکول‌های حلال جاذبهٔ مناسبی برقرار کنند، حل‌شونده در حلال حل می‌شود. در غیر این‌صورت، ذره‌های حل‌شونده کنار هم باقی می‌مانند و در حلال **پخش نمی‌شوند**.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲ با توجه به این‌که حالت فیزیکی یک ماده ناشی از ساختار، رفتار و نیروی بین مولکولی آن ماده است، بنابراین برای زدودن آلاینده‌ها، بررسی ساختار و رفتار ذره‌های سازندهٔ آلاینده‌ها و مواد شوینده و نیز نیروی بین مولکولی آن‌ها ضروری است؛ مثلاً برای از بین بردن لکهٔ شربت (مایع) بر روی لباس، کافی است از آب (مایع) استفاده شود، اما برای زدودن گل و لای (خاک رس: جامد) موجود در آب، می‌توان از کاغذ صافی (جامد) یا دستگاه تصفیهٔ آب استفاده کرد.

۳ روغن زیتون ($C_{۵۷}H_{۱۰۴}O_۶$) یک مولکول ناقطبی می‌باشد. این مولکول در اوره ($CO(NH_۲)_۲$) که یک مولکول قطبی است، حل نمی‌شود، اما در حلال‌های ناقطبی مانند هگزان ($C_۶H_{۱۴}$) به خوبی حل می‌شود.

۴ اغلب ترکیبات یونی در آب حل می‌شوند. *یکی از اون‌ها* سدیم کلرید ($NaCl$) است که به محض ورود به آب، یون‌های تفکیک‌شده توسط مولکول‌های آب، آبپوشیده شده و جاذبهٔ یون ـ دوقطبی تشکیل می‌دهند؛ اما توجه داشته باشید که نقره کلرید ($AgCl$) با وجود این‌که یک ترکیب یونی است، در آب و هگزان که به ترتیب حلال‌های قطبی و ناقطبی هستند، نامحلول است.

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

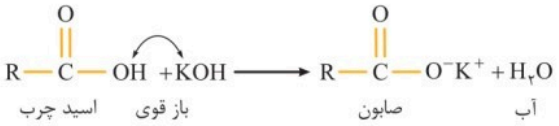
۲۱۷ **پاسخ تشریحی** فقط عبارت «پ» نادرست است.

اگر اسید چرب ($RCOOH$) مورد نظر دارای ۱۴ گروه $CH_۲$ باشد، فرمول مولکولی آن به صورت $CH_۳(CH_۲)_{۱۴}COOH$ یا $C_{۱۶}H_{۳۲}O_۲$ خواهد بود.

بررسی عبارت‌ها:

الف) از واکنش کامل هر مول اسید چرب با یک مول باز قوی پتاسیم هیدروکسید (KOH)، یک مول صابون مایع و یک مول آب به دست می‌آید:

۱ مول اسید چرب + ۱ مول باز قوی KOH ← ۱ مول صابون مایع + ۱ مول آب



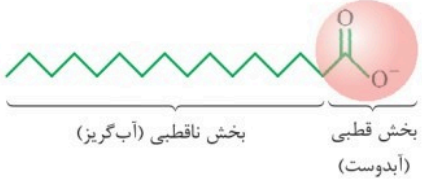
ب) درصد جرمی اکسیژن در این اسید چرب برابر است با:

$$\text{جرم مولی } C_{۱۶}H_{۳۲}O_۲ = ۱۶(۱۲) + ۳۲ + ۲(۱۶) = ۲۵۶ g.mol^{-۱}$$

$$\text{درصد جرمی O در } C_{۱۶}H_{۳۲}O_۲ = \frac{۳۲}{۲۵۶} \times ۱۰۰ = ٪۱۲/۵$$

پ) اسیدهای چرب ناقطبی‌اند و در آب که یک حلال قطبی است، **پخش نمی‌شوند**. توجه کنید که این اسیدها هم دارای بخش قطبی (گروه کربوکسیل) و هم دارای بخش ناقطبی (زنجیر هیدروکربنی) هستند، اما به دلیل غلبهٔ بخش ناقطبی بر بخش قطبی، مولکول در مجموع ناقطبی به حساب می‌آید.

ت) محصول واکنش اسیدهای چرب با سدیم هیدروکسید، صابون است که هم در چربی و هم در آب حل می‌شود؛ به طوری که بخش ناقطبی صابون با چربی جاذبه برقرار می‌کند و بخش قطبی آن که دارای بار منفی است، با مولکول‌های آب جاذبهٔ یون ـ دوقطبی برقرار می‌کند.

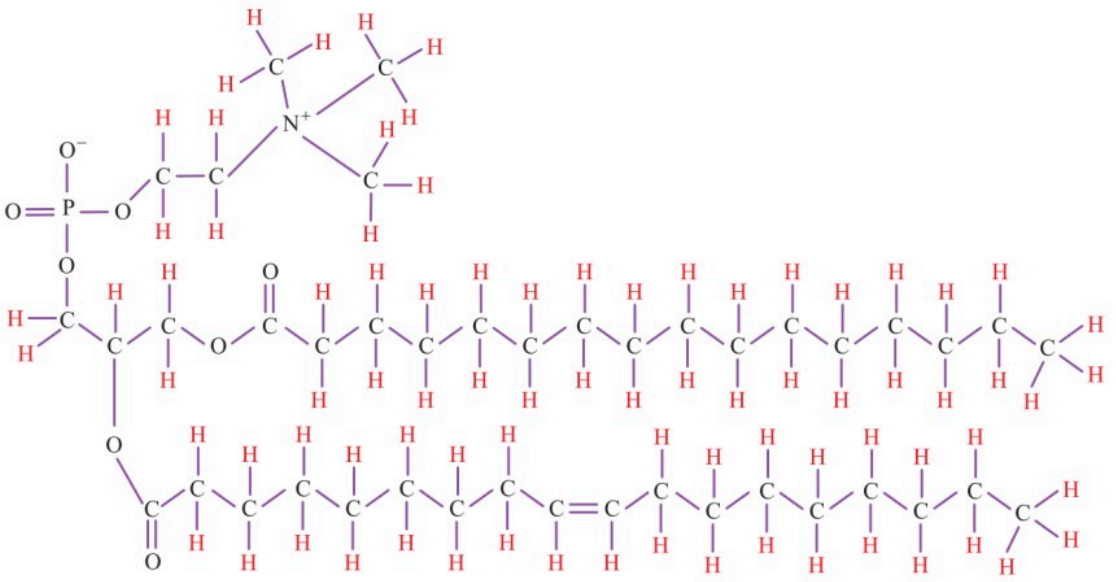


(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۲۱۸ **پاسخ تشریحی** این ترکیب در ساختار خود دارای ۴۲ اتم کربن (C)، یک اتم نیتروژن (N)، یک اتم فسفر (P) و ۸ اتم اکسیژن (O) است.

برای پیداکردن تعداد هیدروژن‌ها *بهتره از روی ساختار بشماریم*:



این ترکیب دارای ۸۲ اتم هیدروژن و در نتیجه فرمول مولکولی آن به صورت $C_{۴۲}H_{۸۲}NO_۸P$ است.

خواستون باشه که اگه از فرمول زیر استفاده می‌کردین، ۸۰ اتم هیدروژن به دست می‌آمد! زیرا در این ترکیب، اتم‌های N و P حالت عادی خود که تنها سه پیوند اشتراکی تشکیل می‌دهند را نداشته و *مجبوریم* که از روی ساختار، *دونه‌دونه* اتم‌های هیدروژن را بشماریم:

$$\text{تعداد اتم‌های هیدروژن در ترکیب آلی با } n \text{ اتم کربن} =$$

$$(\text{تعداد اتم‌های گروه } ۱۵\times ۱) + (\text{تعداد پیوندهای سه‌گانه} \times ۴) - (\text{تعداد پیوندهای دوگانه و حلقه} \times ۲) - (۲n+۲)$$

$$\text{هیدروژن در ساختار فسفاتیدیل کولین} = [(۲\times ۴۲)+۲] - \underbrace{(۲\times ۴)}_{\text{پیوندهای دوگانه}} + \underbrace{(۱\times ۲)}_{\text{اتم N و P}} = ۸۰$$

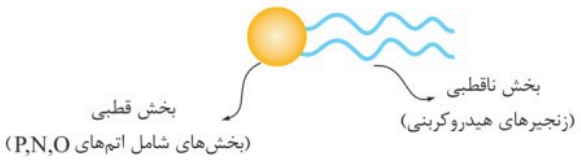
اما به هر حال، چه از روی ساختار بشماریم و چه از فرمول استفاده کنیم، در هر دو صورت با تعداد اتم‌های هیدروژن موجود در ۳ متفاوت به دست می‌آید و این گزینه نادرست است. ☺

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ زنجیرهای هیدروکربنی ترکیب داده‌شده، ناقطبی بوده و آب‌گریز (چربی‌دوست) محسوب می‌شوند و بخش‌هایی که دارای اتم‌های N، O و P هستند، به دلیل تمایل به جذب جفت‌الکترون پیوندی بیشتر، بخش قطبی مولکول به حساب می‌آیند.

۲ با توجه به این‌که بخش بزرگی از مولکول را بخش ناقطبی آن تشکیل داده است؛ بنابراین این مولکول همانند اسیدهای چرب ناقطبی بوده و نیروی بین مولکولی غالب در آن از نوع وان‌درووالسی است.

۴ ترکیب مورد نظر دارای دو زنجیر هیدروکربنی (ناقطبی) و یک سر قطبی می‌باشد؛ بنابراین الگوی آن را می‌توان به صورت زیر نمایش داد:



(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

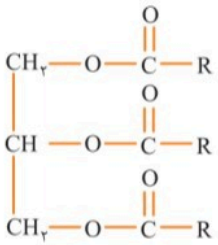
۲۱۹ **پاسخ تشریحی** **گام اول:** معادلهٔ واکنش انجام‌شده را نوشته و موازنه می‌کنیم:

$$C_3H_5(RCOO)_3 + 3NaOH \rightarrow 3RCOONa + C_3H_5(OH)_3$$

گام دوم: به کمک جرم سدیم هیدروکسید $(NaOH)$ و جرم استر، جرم مولی استر را حساب می‌کنیم:

$$\underbrace{\frac{\text{درصد خلوص}}{100} \times \text{جرم ناخالص}}_{NaOH} = \underbrace{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}_{\text{استر}} \Rightarrow \frac{\cancel{8}^{2} \times \frac{\cancel{90}^{3}}{100}}{\cancel{3} \times \cancel{40}} = \frac{48/36}{1 \times M} \Rightarrow M = \frac{4836}{6} = 806\ g.mol^{-1}$$ (جرم مولی استر)

گام سوم: به کمک جرم مولی استر، جرم مولی گروه R را به دست می‌آوریم:



$$\Rightarrow \text{جرم مولی} = 6(12) + 5(1) + 6(16) + 3R = 173 + 3R$$

$$173 + 3R = 806 \Rightarrow 3R = 633 \Rightarrow R = 211 g.mol^{-1}$$

گام چهارم: با توجه به این‌که R، گروه آلکیل است، شمار اتم‌های کربن R را محاسبه می‌کنیم:

$$C_nH_{2n+1} \text{ جرم مولی} = 12n + 2n + 1 = 14n + 1$$

$$14n + 1 = 211 \Rightarrow 14n = 210 \Rightarrow n = 15$$

بنابراین زنجیر هیدروکربنی (R) استر بلندزنجیر، شامل ۱۵ اتم کربن است؛ در نتیجه فرمول صابون ایجادشده $(C_nH_{(2n+1)}COONa)$، به صورت $C_{15}H_{31}COONa$ خواهد بود.

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۲۲۰ **پاسخ تشریحی** ذره‌های سازندهٔ کلوئیدها، توده‌های مولکولی با اندازه‌های متفاوت‌اند و این ذرات آن‌قدر بزرگ هستند که باعث پخش‌شدن نور (نه عبور آن!) می‌شوند.

بنابراین هنگام عبور نور از یک کلوئید مثل رنگ پوششی، مسیر عبور نور قابل تشخیص است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) مخلوط صابون، روغن و آب، کلوئید است. کلوئیدها ناهمگن هستند، اما ظاهری همگن دارند.



۳) ذره‌های سازندهٔ کلوئیدها، توده‌های مولکولی با اندازه‌های متفاوت و ذره‌های سازندهٔ سوسپانسیون‌ها، ذره‌های ریز ماده *(ذره‌هایی که با چشم دیده می‌شن!)* هستند.

۴) در بین این سه نوع مخلوط، تنها سوسپانسیون‌ها مخلوط‌هایی ناپایدار هستند و ذره‌های معلق موجود در آن‌ها به مرور زمان ته‌نشین می‌شوند.

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

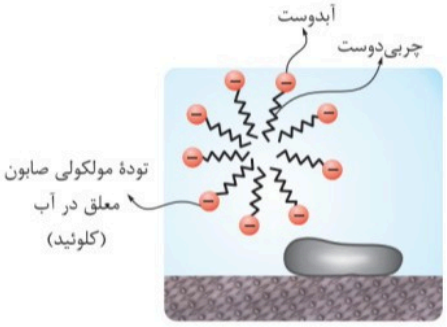
SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۲۲۱ **پاسخ تشریحی** همهٔ عبارت‌های داده‌شده، درست‌اند.

بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول:

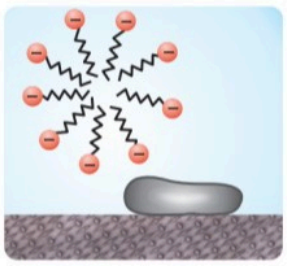
هنگامی که صابون وارد آب می‌شود، به کمک سر آبدوست خود در آن حل می‌شود. به‌محض حل‌شدن صابون در آب، بخش کاتیونی (مثل Na^+) از بخش آنیونی آن ($R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O^-$) جدا شده و مولکول‌های صابون یک تودهٔ مولکولی (کلوئید) در آب تشکیل می‌دهند:

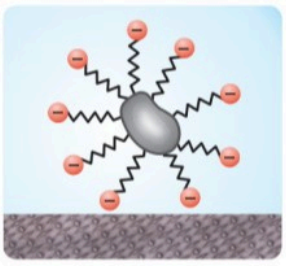


عبارت‌های دوم و سوم:

بخش آب‌گریز یا ناقطبی جزء آنیونی صابون، با مولکول‌های چربی جاذبهٔ وان‌درواالسی برقرار می‌کند و بخش قطبی یا آبدوست آن هم با مولکول‌های آب، تشکیل جاذبه می‌دهد (یون ـ دوقطبی)، گویی مولکول‌های صابون همانند پلی بین مولکول‌های آب و چربی قرار می‌گیرند. در نهایت لکهٔ چربی از پارچه جدا شده و در آب پخش می‌شود.

عبارت چهارم: شکل (I)، مربوط به لحظهٔ ورود صابون به آب و تشکیل کلوئید می‌شود و شکل (II)، مربوط به مرحلهٔ آخر پاک‌شدن لکهٔ چربی از روی پارچه و پخش‌شدن آن در آب توسط مولکول‌های صابون است:


ورود صابون به آب


زدودن لکهٔ چربی از سطح پارچه

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۲۲ **پاسخ تشریحی** **گام اول:** ابتدا معادلهٔ واکنش انجام‌شده را نوشته و موازنه می‌کنیم:

$$۲C_{۱۷}H_{۳۵}COONa(aq) + CaCl_۲(aq) \rightarrow (C_{۱۷}H_{۳۵}COO)_۲Ca(s) + ۲NaCl(aq)$$

گام دوم: مول کلسیم کلرید موجود در محلول را حساب می‌کنیم:

$$\text{غلظت مولار: مول } CaCl_۲ = \frac{\text{مول حل‌شونده}}{\text{حجم محلول}} \Rightarrow \text{مول } CaCl_۲ = ۰/۲ \times ۰/۱۵ = ۰/۰۳ \text{ mol}$$

اگر همهٔ کلسیم موجود در کلسیم کلرید اولیه، مصرف شود و رسوب تولید کند، خواهیم داشت:

مقدار رسوب تولیدی با مصرف همهٔ کلسیم موجود در محلول $CaCl_۲$ اولیه

$$= ۰/۰۳ \text{ mol} CaCl_۲ \times \frac{۱ \text{ mol } Ca^{۲+}}{۱ \text{ mol } CaCl_۲} \times \frac{۱ \text{ mol } (C_{۱۷}H_{۳۵}COO)_۲Ca}{۱ \text{ mol } Ca^{۲+}} \times \frac{۶۰۶ g (C_{۱۷}H_{۳۵}COO)_۲Ca}{۱ \text{ mol}(C_{۱۷}H_{۳۵}COO)_۲Ca} = ۱۸/۱۸ \text{ g}$$

از ۱۸/۱۸ گرم رسوب تولیدی در پایان واکنش، ۴/۰۴ گرم آن طی ۳۰ دقیقهٔ اول تولید شده است؛ بنابراین زمان لازم برای جداشدن ۱۸/۱۸ − ۴/۰۴ = ۱۴/۱۴ گرم رسوب باقی‌مانده با توجه به ثابت‌بودن سرعت تولید و جداشدن رسوب، برابر خواهد بود با:

$$۱۴/۱۴ \text{g رسوب} \times \frac{۳۰ \text{ دقیقه}}{۴/۰۴ \text{ g رسوب}} = ۱۰۵ \text{ دقیقه}$$

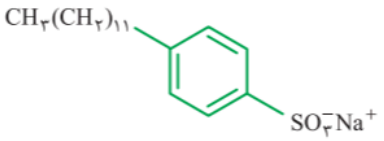
(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۲۲۳ **پاسخ تشریحی** عبارت‌های اول، دوم و سوم درست‌اند.

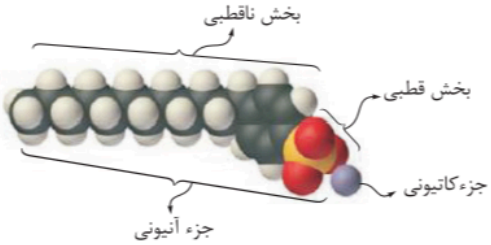
بررسی عبارت‌ها:

- با توجه به مدل فضاپرکن داده‌شده، فرمول شیمیایی ترکیب داده‌شده به صورت $C_{۱۸}H_{۲۹}SO_۳Na$ است:





- این ترکیب، یک پاک‌کنندهٔ غیرصابونی است. این پاک‌کننده‌ها را می‌توان از بنزن و دیگر مواد اولیه در صنایع پتروشیمی، طی واکنش‌های پیچیده در صنعت تولید کرد.
- پاک‌کننده‌های غیرصابونی در آب سخت نیز خاصیت پاک‌کنندگی خود را حفظ می‌کنند، زیرا با یون‌های موجود در این‌آب‌ها رسوب نمی‌دهند؛ بنابراین از این پاک‌کننده‌ها می‌توان در محیط‌های گوناگون مانند سفرهای دریایی و صنایع وابسته به آب شور (که حاوی مقادیر چشمگیری از یون‌های $Ca^{۲+}$ و $Mg^{۲+}$ هستند.) نیز استفاده کرد.
- *گفتم که* این ترکیب مربوط به یک پاک‌کنندهٔ *غیرصابونی* است. این پاک کننده از دو جزء کاتیونی و آنیونی تشکیل شده که جزء آنیونی آن دارای دو بخش قطبی (آبدوست) و بخش ناقطبی (آب‌گریز) می‌باشد.



(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۲۲۴ **پاسخ تشریحی** مدل‌های فضاپرکن داده‌شده، هر یک مربوط به مواد زیر هستند:

a → استر سنگین

b → صابون

c → پاک‌کنندهٔ غیرصابونی

صابون‌ها (b) را می‌توان از واکنش اسیدهای چرب و یا استرهای سنگین (a) با مواد دیگری مثل بازهای قوی به دست آورد. صابون‌ها (b) قدرت پاک‌کنندگی کم‌تری نسبت به پاک‌کننده‌های غیرصابونی (c) دارند و برخلاف پاک‌کننده‌های غیرصابونی، در آب‌های سخت رسوب تشکیل می‌دهند.

بررسی گزینه‌های نادرست:

۱) برای تولید صابون (b) در مقیاس انبوه، به مقدار بسیار زیادی چربی نیاز است.

۲) قدرت پاک‌کنندگی پاک‌کننده‌های غیرصابونی (c) بیشتر از صابون (b) است؛ زیرا این پاک‌کننده‌ها با یون‌های موجود در آب سخت رسوب تشکیل نمی‌دهند. *ربطی به هفت‌الکترون ناپیوندی نداره!*

۳) ترکیب (a) استر سنگین است و پاک‌کننده نیست!

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۲۲۵ **پاسخ تشریحی** عبارت‌های «الف» و «پ» همخوانی ندارند.

بررسی عبارت‌ها:

الف) صابون گوگرددار، برای از بین بردن جوش صورت و هم‌چنین قارچ‌های پوستی استفاده می‌شود.

ب) صابون مراغه، یک صابون طبیعی است که افزودنی شیمیایی نداشته و قدمتی بیش از ۱۵۰ سال دارد. این صابون به دلیل خاصیت بازی مناسب برای موهای چرب استفاده می‌شود:

صابون مراغه
- صابون طبیعی با قدمت بیش از ۱۵۰ سال
- معروف‌ترین صابون سنتی ایران
- روش تهیه: پیه گوسفند + سود سوزآور ← جوشاندن ← قالب‌گیری ← خشک‌کردن
- نداشتن افزودنی شیمیایی
- داشتن خاصیت بازی مناسب ← استفاده برای موهای چرب

پ) صابون با مادهٔ شیمیایی کلردار، خاصیت ضدعفونی‌کنندگی و میکروب‌کشی دارد.

ت) برای افزایش قدرت پاک‌کنندگی مواد شوینده، به آن‌ها نمک‌های فسفات اضافه می‌کنند؛ زیرا این نمک‌ها با یون‌های Ca^{2+} و Mg^{2+} در آب‌های سخت واکنش داده و از تشکیل رسوب و ایجاد لکه جلوگیری می‌کنند.

جمع‌بندی:

نوع افزودنی به صابون	ویژگی صابون
ترکیب‌های گوگرددار	از بین بردن جوش صورت و قارچ‌های پوستی
مواد شیمیایی کلردار	خاصیت ضدعفونی‌کنندگی و میکروب‌کشی بیشتر
نمک‌های فسفات	جلوگیری از تشکیل رسوب و ایجاد لکه (به دلیل واکنش این نمک‌ها با یون‌های کلسیم و منیزیم موجود در آب سخت)
جوش شیرین ($NaHCO_3$)	افزایش قدرت پاک‌کنندگی چربی‌ها (به دلیل خاصیت بازی جوش شیرین و در نتیجه واکنش آن با چربی و تولید صابون)

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۲۶ **پاسخ تشریحی** صابون، خاصیت بازی و جوهرنمک (هیدروکلریک اسید)، خاصیت اسیدی دارد. رنگ کاغذ pH در محلول‌های بازی، آبی و در محلول‌های اسیدی، سرخ است.



بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ پاک‌کننده‌های صابونی و غیرصابونی، تنها براساس برهم‌کنش بین ذره‌ها عمل می‌کنند، اما پاک‌کننده‌های خورنده علاوه بر این برهم‌کنش‌ها، با آلاینده‌ها واکنش هم می‌دهند.

عملکرد پاک‌کننده‌ها
- صابونی و غیرصابونی ← تنها برهم‌کنش بین ذره‌ها
- خورنده ← برهم‌کنش بین ذره‌ها و هم‌چنین واکنش با آلاینده‌ها

۲ پاک‌کننده‌های خورنده مثل هیدروکلریک اسید (جوهرنمک)، سدیم هیدروکسید (سود سوزآور) و سفیدکننده‌ها از نظر شیمیایی فعال‌اند و خاصیت خورندگی دارند؛ به همین دلیل نباید با پوست تماس داشته باشند.

۴ پاک‌کننده‌های خورنده با لکه‌ها و رسوب‌هایی که به سطح می‌چسبند، واکنش شیمیایی داده و آن‌ها را به فراورده‌هایی تبدیل می‌کنند که با آب شسته می‌شوند.

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۲۲۷ عبارت‌های «الف» و «ت» درست‌اند.

پاسخ تشریحی معادلهٔ نوشتاری واکنش این مخلوط با آب، به صورت زیر است:

مخلوط آلومینیم و سدیم هیدروکسید + آب ← گاز هیدروژن + فراورده‌های دیگر

بررسی عبارت‌ها:

الف) سدیم هیدروکسید موجود در این مخلوط می‌تواند با چربی‌ها واکنش داده و صابون تولید کند که باعث از بین رفتن بیشتر چربی‌ها می‌شود.

ب) تولید گاز هیدروژن (نه اکسیژن!) در این واکنش، قدرت پاک‌کنندگی مخلوط را افزایش می‌دهد؛ زیرا با ایجاد فشار و ضربه به رسوب‌ها، باعث باز شدن آسان‌تر لوله‌های گرفته‌شده می‌گردد.

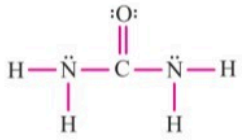
پ) این واکنش گرماده است (نه گرماگیر!) و گرمای آزادشده می‌تواند قدرت پاک‌کنندگی را افزایش دهد و باعث نرم یا ذوب‌شدن چربی‌ها و در نتیجه آسان‌تر بازشدن لوله‌ها شود.

ت) این پاک‌کننده به شکل پودر عرضه می‌شود. می‌دانیم که هر چه سطح تماس بیشتر باشد، سرعت انجام واکنش نیز بیشتر خواهد بود.

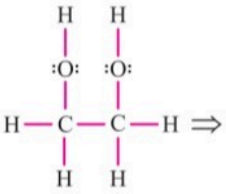
(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۲۲۸ **پاسخ تشریحی** با توجه به ساختار لوویس و فرمول شیمیایی مولکول‌های اوره و اتیلن گلیکول، خواهیم داشت:

اوره: $CO(NH_2)_2$ یا 

$$\frac{\text{شمار اتم‌ها}}{\text{شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی}} = \frac{8}{4} = 2$$

اتیلن گلیکول: $C_2H_6O_2$ یا 

$$\frac{\text{شمار اتم‌ها}}{\text{شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی}} = \frac{10}{4} = 2/5$$

$$\Rightarrow 2 < 2/5$$

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) در دهه‌های اخیر، میزان شاخص امید به زندگی در نواحی برخوردار، نسبت به نواحی کم‌برخوردار بیشتر بوده است، ولی نرخ رشد امید به زندگی در نواحی کم‌برخوردار، نسبت به نواحی برخوردار، بیشتر بوده است؛ (شیب نمودار امید به زندگی در نواحی کم‌برخوردار از نواحی برخوردار، بیشتر است.).

۲) نمک خوراکی $(NaCl)$ یک ترکیب یونی است و هنگام انحلال در آب، ویژگی‌های ساختاری خود را حفظ نمی‌کند؛ زیرا یون‌های سازندهٔ آن، تفکیک و آبپوشیده می‌شوند، اما روغن زیتون $(C_{57}H_{104}O_6)$ یک ترکیب مولکولی است و به صورت مولکولی در هگزان حل می‌شود؛ یعنی ویژگی‌های ساختاری خود را حفظ می‌کند.

۳)

نکته شمار پیوندهای اشتراکی در همهٔ هیدروکربن‌ها را می‌توان از رابطهٔ زیر به دست آورد:

$$\text{شمار پیوندهای اشتراکی در هیدروکربن‌ها} = \frac{(\text{تعداد اتم‌های هیدروژن}\times 1)+(\text{تعداد اتم‌های کربن}\times 4)}{2}$$

فرمول مولکولی وازلین و بنزین را به ترتیب می‌توان به صورت $C_{25}H_{52}$ و C_8H_{18} در نظر گرفت:

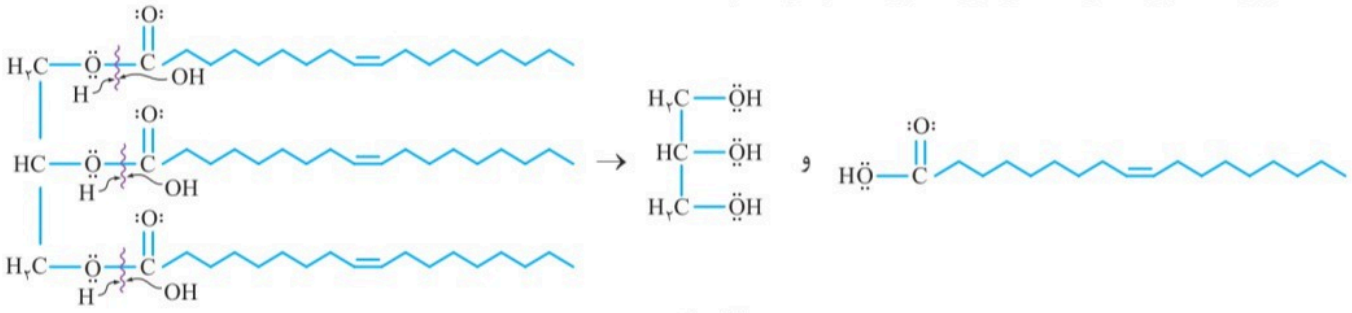
$$\left.\begin{array}{l} \text{شمار پیوندهای اشتراکی در } C_{25}H_{52} = \dfrac{(25\times 4)+(52\times 1)}{2} = 76 \\ \text{شمار پیوندهای اشتراکی در } C_8H_{18} = \dfrac{(8\times 4)+(18\times 1)}{2} = 25 \end{array}\right\} \Rightarrow \frac{\text{شمار پیوندهای اشتراکی در وازلین}}{\text{شمار پیوندهای اشتراکی در بنزین}} = \frac{76}{25} = 3/04$$

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۲۹ **پاسخ تشریحی** عبارت‌های «پ» و «ت» دربارهٔ استر بلندزنجیر داده‌شده، درست‌اند.

ابتدا الکل و اسید چرب سازندهٔ استر مورد نظر را تعیین می‌کنیم:



استر بلندزنجیر $(C_{57}H_{104}O_6)$ — الکل‌سازنده $(C_3H_8O_3)$ — اسید چرب سازنده $(C_{18}H_{34}O_2)$

بررسی عبارت‌ها:

الف) فرمول مولکولی اتانول، C_2H_6O است؛ بنابراین خواهیم داشت:

$$C_3H_8O_3 - C_2H_6O = CH_2O_2 = 12 + (2\times1) + (2\times16) = 46 g.mol^{-1}$$: تفاوت جرم مولی $C_3H_8O_3$ و C_2H_6O

ب) هر مول از استر بلندزنجیر مورد نظر دارای ۳ مول گروه عاملی استری است که با ۳ مول سدیم هیدروکسید $(NaOH)$ واکنش داده و ۳ مول صابون جامد تولید می‌کند که تفاوت صابون جامد تولیدشده با اسید چرب سازندهٔ استر مورد نظر در این است که در صابون جامد تولیدشده، یک اتم سدیم به جای هیدروژن گروه کربوکسیل قرار می‌گیرد:

$$C_{18}H_{34}O_2 \rightarrow C_{18}H_{33}O_2Na$$: صابون ←اسید چرب:

پ) فرمول شیمیایی ترکیب داده‌شده مانند مولکول روغن زیتون، $C_{57}H_{104}O_6$ است.

ت) استر بلندزنجیر مورد نظر به دلیل وجود پیوندهای دوگانه در ساختار خود، ترکیبی سیرنشده و چربی موجود در کوهان شتر با فرمول شیمیایی $C_{57}H_{110}O_6$، ترکیبی سیرشده است؛ بنابراین واکنش‌پذیری این استر در شرایط یکسان از چربی کوهان شتر، بیشتر است.

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۳۰ **پاسخ تشریحی** عبارت‌های دوم و سوم نادرست‌اند.

بررسی عبارت‌ها:

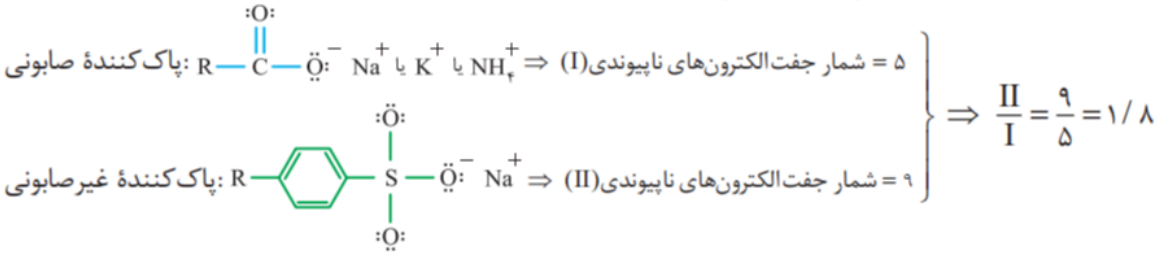
عبارت اول:

یک نوع صابون مایع، نمک آمونیوم اسید چرب با فرمول عمومی $RCOO^-NH_4^+$ است که زنجیرهٔ هیدروکربنی آن از اتم‌های نافلزی کربن و هیدروژن تشکیل شده است و در ساختار آن، عنصر فلزی وجود ندارد.

عبارت دوم: پاک‌کننده‌های صابونی همانند پاک‌کننده‌های غیرصابونی با آلاینده‌ها واکنش نمی‌دهند؛ بلکه هر دو پاک‌کننده براساس برهم‌کنش‌های میان ذره‌ها عمل می‌کنند.

عبارت سوم: صابون از طریق بخشی قطبی جزء آنیونی خود (COO^-)، با مولکول‌های آب جاذبه یون ـ دوقطبی(نه پیوند اشتراکی!) و از طریق بخش ناقطبی جزء آنیونی خود (R) با مولکول‌های چربی، جاذبهٔ وان‌درووالسی برقرار می‌کند.

عبارت چهارم: با توجه به ساختار پاک‌کننده‌های صابونی و غیرصابونی، خواهیم داشت:



(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۲۳۱ **پاسخ تشریحی** دو مخلوط پایدار، کلوئیدها و محلول‌ها هستند. با توجه به شکل‌های داده‌شده، مخلوط (I)، محلول و مخلوط (II)، کلوئید است؛ زیرا محلول‌ها نور را عبور می‌دهند؛ در حالی که کلوئیدها نور را پخش می‌کنند و مسیر عبور نور در آن‌ها مشخص است.

مخلوط آب و روغن نوعی محلول نیست، بلکه مخلوطی ناهمگن و ناپایدار است. اگر به این مخلوط، صابون اضافه کنیم، مخلوط حاصل نوعی کلوئید خواهد بود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) آب‌قند، نمونه‌ای از محلول‌ها و شیر، نمونه‌ای از کلوئیدها است.

۳) کلوئید، مخلوطی ناهمگن ولی محلول، مخلوطی همگن است. هر دوی این مخلوط‌ها پایدارند و ذرات سازندهٔ آن‌ها با گذشت زمان، ته‌نشین نمی‌شوند.

۴) ذرات سازندهٔ کلوئیدها، توده‌های مولکولی با اندازه‌های متفاوت و ذرات سازندهٔ محلول‌ها، یون‌ها یا مولکول‌ها هستند؛ بنابراین اندازهٔ ذرات سازندهٔ کلوئیدها، بیشتر از اندازهٔ ذرات سازندهٔ محلول‌ها است.

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۳۲ **پاسخ تشریحی** **گام اول:** فرمول عمومی صابون‌های جامد با زنجیر هیدروکربنی سیرشده $C_nH_{2n+1}COONa$ است. با توجه به نسبت داده‌شده در سؤال، فرمول شیمیایی صابون مورد نظر برابر است با:

$$C_nH_{2n+1}COONa \Rightarrow \frac{\text{شمار اتم‌های نافلزی } (C,H,O)}{\text{شمار اتم فلزی } (Na)} = \frac{\overset{C}{n} + \overbrace{2n+1}^{H} + \overset{C}{1} + \overset{O}{2}}{1} = \frac{3n+4}{1} \Rightarrow 49 = \frac{3n+4}{1}$$

$$\Rightarrow n = 15 \Rightarrow C_{15}H_{31}COONa \text{ صابون جامد مورد نظر}$$

گام دوم: در ادامه، معادلهٔ موازنه‌شدهٔ واکنش بیان‌شده در سؤال را می‌نویسیم و در نهایت با توجه به آن و شمار مول‌های صابون جامد مصرف‌شده، جرم رسوب تشکیل‌شده از واکنش را به صورت زیر به دست می‌آوریم:

$$2C_{15}H_{31}COONa(aq) + MgCl_2(aq) \rightarrow (C_{15}H_{31}COO)_2Mg(s) + 2NaCl(aq)$$

$$(C_{15}H_{31}COO)_2Mg : 2((16\times12)+(31\times1)+(2\times16)) + 24 = (2\times255)+24 = 534 g.mol^{-1}$$

$$0/2 mol\, C_{15}H_{31}COONa \times \frac{1 mol\,(C_{15}H_{31}COO)_2Mg}{2 mol\, C_{15}H_{31}COONa} \times \frac{534 g\,(C_{15}H_{31}COO)_2Mg}{1 mol\,(C_{15}H_{31}COO)_2Mg}$$

$$= \frac{\overset{0/1}{\cancel{0/2}}\times 534}{\cancel{2}} = 53/4 g\,(C_{15}H_{31}COO)_2Mg$$

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۲۳۳ **پاسخ تشریحی** عبارت‌های «الف» و «ب» درست‌اند.

بررسی همهٔ عبارت‌ها:

الف) فرمول عمومی صابون جامد با n اتم کربن در زنجیر آلکیلی، به صورت $C_nH_{2n+1}COONa$ است؛ پس صابون جامد مورد نظر همان $C_{14}H_{29}COONa$ می‌باشد که با توجه به معادلهٔ موازنه‌شدهٔ واکنش آن با یون کلسیم، رسوب سفیدرنگی با فرمول شیمیایی $C_{30}H_{58}O_4Ca$ در این واکنش تولید می‌شود:

$$2C_{14}H_{29}COONa(aq) + Ca^{2+}(aq) \rightarrow \underbrace{(C_{14}H_{29}COO)_2Ca}_{C_{30}H_{58}O_4Ca}(s) + 2Na^+(aq)$$

ب) صابون در آب سخت یا همان آب حاوی یون‌های Ca^{2+} و Mg^{2+} به خوبی کف نمی‌کند و قدرت پاک‌کنندگی آن کاهش می‌یابد؛ بنابراین در شرایط یکسان، ارتفاع کف حاصل از صابون در آب مقطر و آب معمولی، نسبت به ارتفاع کف حاصل از صابون در محلول منیزیم کلرید که مشابه آب سخت است، بیشتر می‌باشد.

پ) میزان چسبندگی چربی روی پارچه‌های نخی، کم‌تر از پارچه‌های پلی‌استری است؛ بنابراین در شرایط یکسان، قدرت صابون در از بین بردن لکه‌های چربی روی پارچه‌های نخی، بیشتر از پارچه‌های پلی‌استری است.

ت) از صابون **گوگرددار** (نه فسفردار!)، برای از بین بردن جوش صورت و قارچ‌های پوستی استفاده می‌شود.

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۳۴ **پاسخ تشریحی** بررسی گزینه‌ها:

۱) بعضی از جامدهای یونی اکسیژن‌دار مانند Na_2O که نوعی اکسید فلزی هستند، باز آرنیوس (نه اسید آرنیوس!) به شمار می‌آیند. البته برخی دیگر از جامدهای یونی اکسیژن‌دار، نه اسید آرنیوس محسوب می‌شوند و نه باز آرنیوس!

۲) لزوماً همهٔ محلول‌های ترکیبات مولکولی قطبی در آب، الکترولیت نیستند؛ به طور مثال برخی مولکول‌های قطبی مانند متانول (CH_3OH)، اتانول (C_2H_5OH) و استون (CH_3COCH_3)، در آب کاملاً به صورت مولکولی حل شده و غیرالکترولیت به شمار می‌آیند.

۳) اتیلن گلیکول $(C_2H_6O_2)$ به صورت مولکولی در آب حل می‌شود و محلول آبی آن رسانای جریان برق نیست؛ بنابراین در صورت قرارگرفتن در مدار الکتریکی (با هر غلظتی)، لامپ خاموش می‌ماند و روشنایی نخواهد داشت.

۴) اسید موجود در باران معمولی، (کربنیک اسید (H_2CO_3)) اسید ضعیف و هیدرویدیک اسید (HI) و هم‌چنین اسیدهای مسبب ایجاد باران اسیدی، (نیتریک اسید (HNO_3) و سولفوریک اسید (H_2SO_4)) جزء اسیدهای قوی هستند؛ بنابراین در دمای اتاق، ثابت یونش H_2CO_3، کوچک‌تر از ثابت یونش HI، HNO_3 و H_2SO_4 می‌باشد.

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۳۵ **پاسخ تشریحی** **گام اول:** ابتدا فرض می‌کنیم که m گرم از هر یک از ترکیب‌های Li_2O و N_2O_5 به طور جداگانه در آب حل شده‌اند. در ادامه با توجه به معادلهٔ موازنه‌شدهٔ واکنش‌های یونش اکسیدها و اختلاف جرم مقادیر داده‌شده، مقدار m را به صورت زیر به دست می‌آوریم:

۱) $Li_2O(s) + H_2O(l) \rightarrow 2Li^+(aq) + 2OH^-(aq)$

$$?g\,Li^+ = m\,g\,Li_2O \times \frac{1mol\,Li_2O}{30g\,Li_2O} \times \frac{2mol\,Li^+}{1mol\,Li_2O} \times \frac{7g\,Li^+}{1mol\,Li^+} = \frac{\cancel{2}^{1} \times 7 \times m}{\cancel{30}_{15}} = \frac{7}{15}m\,g\,Li^+$$

$$?g\,OH^- = m\,g\,Li_2O \times \frac{1mol\,Li_2O}{30g\,Li_2O} \times \frac{2mol\,OH^-}{1mol\,Li_2O} \times \frac{17g\,OH^-}{1mol\,OH^-} = \frac{\cancel{2}^{1} \times 17 \times m}{\cancel{30}_{15}} = \frac{17}{15}m\,g\,OH^-$$

۲) $N_2O_5(s) + H_2O(l) \rightarrow 2H^+(aq) + 2NO_3^-(aq)$

$$?g\,H^+ = m\,g\,N_2O_5 \times \frac{1mol\,N_2O_5}{108g\,N_2O_5} \times \frac{2mol\,H^+}{1mol\,N_2O_5} \times \frac{1g\,H^+}{1mol\,H^+} = \frac{\cancel{2}^{1} \times m}{\cancel{108}_{54}} = \frac{1}{54}m\,g\,H^+$$

$$?g\,NO_3^- = m\,g\,N_2O_5 \times \frac{1mol\,N_2O_5}{108g\,N_2O_5} \times \frac{2mol\,NO_3^-}{1mol\,N_2O_5} \times \frac{62g\,NO_3^-}{1mol\,NO_3^-} = \frac{\cancel{2}^{1} \times \cancel{62}^{31} m}{\cancel{108}_{54}} = \frac{31}{27}m\,g\,NO_3^-$$

$$\text{مجموع جرم آنیون‌های تولیدشده} - \text{مجموع جرم کاتیون‌های تولیدشده} = (g\,OH^- + g\,NO_3^-) - (g\,Li^+ + g\,H^+)$$

$$\Rightarrow 194 = (\frac{17}{15}m + \frac{31}{27}m) - (\frac{7}{15}m + \frac{1}{54}m) \Rightarrow 194 = \frac{308}{135}m - \frac{131}{270}m$$

$$\Rightarrow 194 = \frac{616 - 131}{270}m \Rightarrow 194 = \frac{485}{270}m = \frac{97}{54}m \Rightarrow m = \frac{\cancel{194}^{2} \times 54}{\cancel{97}_{1}} = 108g$$

گام دوم: با توجه به جرم اولیهٔ اکسیدهای مورد نظر، مجموع شمار مول‌های اولیهٔ Li_2O و N_2O_5 را به صورت زیر محاسبه می‌کنیم:

$$\text{مول} = \frac{\text{جرم}}{\text{جرم مولی}} \Rightarrow Li_2O \text{ مول} + N_2O_5 \text{ مول} = \frac{108}{30} + \frac{108}{108} = 4/6\,mol$$

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۳۶ **پاسخ تشریحی** **گام اول:** به ازای یونیده‌شدن هر مولکول اسید HA، ۲ یون H^+ و A^- تولید می‌شود؛ بنابراین با توجه به شکل می‌توان گفت که در این محلول، ۴ مولکول اسید HA یونیده شده و ۴ یون H^+ و ۴ یون A^- تولید کرده‌اند؛ در ضمن شمار کل مولکول‌های حل‌شدهٔ اسید HA برابر با ۱۰ بوده است؛ زیرا ۶ مولکول یونیده‌نشده از اسید HA در شکل موجود است و ۴ مولکول اسید HA یونیده شده و یون‌های حاصل از یونش آن‌ها قابل مشاهده هستند؛ پس خواهیم داشت:

$$\text{درجهٔ یونش اسید HA} = \frac{\text{شمار مولکول‌های اسید یونیده‌شده}}{\text{شمار کل مولکول‌های اسید حل‌شده}} = \frac{۴}{۱۰} = ۰/۴$$

گام دوم: درجهٔ یونش اسید HB را با توجه به غلظت یون هیدرونیوم تولیدشده در محلول آن، غلظت اولیهٔ محلول اسید و رابطهٔ درجهٔ یونش به صورت زیر به دست می‌آوریم:

$$\text{درجهٔ یونش اسید HB} = \frac{[H^+]}{M} = \frac{۴\times ۱۰^{-۳}}{۰/۲} = ۲\times ۱۰^{-۲} = ۰/۰۲$$

گام سوم: نسبت درجهٔ یونش اسید HA به درجهٔ یونش اسید HB را به صورت زیر محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{\alpha(HA)}{\alpha(HB)} = \frac{۰/۴}{۰/۰۲} = ۲۰$$

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۳۷ **پاسخ تشریحی** باید مجموع غلظت مولی یون‌ها را در محلول‌های داده‌شده حساب کنیم:

$$a)\ HNO_3 \text{ غلظت مولی محلول} = \frac{10ad}{\text{جرم مولی}} = \frac{10\times 25\times 1/26}{63} = 5\,mol.L^{-1}$$

از آن‌جا که محلول نیتریک اسید، نوعی اسید قوی تک‌پروتون‌دار است و به طور کامل در آب یونش می‌یابد؛ بنابراین به ازای یونیده‌شدن هر مول اسید HNO_3، دو مول یون (H^+ و NO_3^-) تولید می‌شود؛ پس غلظت یون‌های حاصل از یونش در محلول نیتریک اسید ۵ مولار، برابر ۱۰ مول بر لیتر است.

$$b)\ CH_3COOH(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + CH_3COO^-(aq)$$

$$[H^+] = M\alpha = 1/5\times\frac{8}{100} = 0/12\,mol.L^{-1}$$

$$\text{غلظت یون‌های حاصل از یونش محلول استیک اسید} = [H^+] + [CH_3COO^-] \xrightarrow{[H^+]=[CH_3COO^-]}$$

$$\text{مجموع غلظت مولی یون‌ها} = 2[H^+] = 2\times 0/12 = 0/24\,mol.L^{-1}$$

$$c)\ [H^+] = [HCl] = 1\,mol.L^{-1}$$

از آن‌جا که محلول هیدروکلریک اسید، نوعی اسید قوی تک‌پروتون‌دار است و به طور کامل در آب یونش می‌یابد؛ بنابراین به ازای یونیده‌شدن هر مول اسید HCl، دو مول یون (H^+ و Cl^-) تولید می‌شود؛ پس غلظت یون‌های حاصل از یونش در محلول هیدروکلریک اسید ۱ مولار، برابر ۲ مول بر لیتر است.

$$d)\ HNO_2(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + NO_2^-(aq)$$

$$[H^+] = M\alpha = 0/8\times 0/2 = 0/16\,mol.L^{-1}$$

$$\text{غلظت یون‌های حاصل از یونش محلول نیترو اسید} = [H^+] + [NO_2^-] \xrightarrow{[H^+]=[NO_2^-]}$$

$$\text{مجموع غلظت مولی یون‌ها} = 2[H^+] = 2\times 0/16 = 0/32\,mol.L^{-1}$$

بنابراین خواهیم داشت: مجموع غلظت مولی یون‌ها و رسانایی الکتریکی محلول‌ها : $\underset{10\,mol.L^{-1}}{a} > \underset{2\,mol.L^{-1}}{c} > \underset{0/32\,mol.L^{-1}}{d} > \underset{0/24\,mol.L^{-1}}{b}$

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۳۸ **پاسخ تشریحی** پس از رسیدن به تعادل، غلظت مواد شرکت‌کننده در واکنش ثابت می‌ماند، اما لزوماً با هم برابر نمی‌شوند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) ثابت تعادل، بیانی از میزان پیشرفت یک واکنش تا لحظهٔ برقراری تعادل است و برای یک واکنش معین، فقط به دما وابسته است.

۲) در واکنش‌های تعادلی، از لحظهٔ برقراری تعادل، سرعت مصرف یا تولید واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها با هم برابر می‌شود، ولی *هواستون باشه* که سرعت واکنش‌های رفت و برگشت **به صفر نمی‌رسد**.

نکته در لحظهٔ تعادل، غلظت واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها ثابت می شود و ممکن است غلظت آن‌ها با یکدیگر برابر باشد یا نباشد، پس نمودار غلظت ـ زمان واکنش تعادلی $A(g) \rightleftharpoons B(g)$ می‌تواند به صورت‌های زیر باشد:



۴) کربوکسیلیک اسیدها همانند هیدروسیانیک اسید (HCN)، جزء اسیدهای ضعیف هستند؛ بنابراین واکنش یونش آن‌ها در آب به صورت تعادلی است.

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۲۳۹ **پاسخ تشریحی** مقایسه‌های اول، دوم و سوم دربارهٔ محلول اسیدهای HA و HB درست‌اند.

با توجه به شکل‌های داده‌شده، شدت نور لامپ در محلول HA، بیشتر از شدت نور لامپ در محلول HB است، پس HA اسید قوی‌تری نسبت به HB است و در دما و غلظت یکسان، غلظت کاتیون‌های حاصل از یونش اسید یا همان یون هیدرونیوم (H_3O^+)، قدرت اسیدی و سرعت واکنش اسید با نوار منیزیم در محلول HA بیشتر از محلول HB است. درجهٔ یونش اسید HA نسبت به اسید HB ، بزرگ‌تر است؛ بنابراین شمار مولکول‌های یونیده‌نشده یا همان مولکول‌های دواتمی در محلول HB، بیشتر از محلول HA می‌باشد.

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۲۴۰

خودت حل کنی بهتره ابتدا به کمک رابطهٔ ثابت یونش و غلظت یون هیدرونیوم، غلظت اولیهٔ محلول رو به دست بیار. بعد با توجه به جرم اسید و حجم و غلظت محلول، جرم مولی اسید رو حساب کن. با مشخص‌شدن فرمول اسید ($C_nH_{2n}O_2$)، درصد جرمی کربن در آن رو محاسبه کن!

نکته فرمول عمومی کربوکسیلیک اسیدهای یک‌عاملی با زنجیر هیدروکربنی سیرشده به صورت $C_mH_{2m+1}COOH$ یا $C_nH_{2n}O_2$ است.

پاسخ تشریحی

گام اول: از رابطهٔ ثابت یونش استفاده کرده و غلظت مولی محلول اسید را حساب می‌کنیم:

$$RCOOH \rightleftharpoons H^+ + RCOO^-$$

$$K_a = \frac{[H^+][RCOO^-]}{[RCOOH]} \simeq \frac{[H^+]^2}{M} \Rightarrow 1/5\times10^{-5} = \frac{(1/5\times10^{-3})^2}{M} \Rightarrow M = \frac{1/5\times10^{-3}\times1/5\times10^{-3}}{1/5\times10^{-5}} = 0/15\ mol.L^{-1}$$

گام دوم: با توجه به جرم اسید و حجم و غلظت محلول، جرم مولی اسید و سپس فرمول مولکولی آن را پیدا می‌کنیم:

$$\text{غلظت مولی} = \frac{\text{شمار مول}}{\text{حجم محلول (L)}} \xrightarrow{\text{مول} = \frac{\text{جرم}}{\text{جرم مولی}}} 0/15 = \frac{1/53}{\frac{\text{جرم مولی اسید}}{0/1}}$$

$$\text{جرم مولی اسید} = \frac{1/53}{0/15\times0/1} = \frac{1530}{15} = \frac{1500}{15} + \frac{30}{15} = 102\ g.mol^{-1}$$

فرمول عمومی اسیدهای آلی با زنجیر هیدروکربنی سیرشده به صورت $C_nH_{2n}O_2$ است:

$$\text{جرم مولی } C_nH_{2n}O_2 = 14n + 32 \Rightarrow 14n + 32 = 102 \Rightarrow 14n = 70 \Rightarrow n = 5$$

$$\Rightarrow \text{فرمول اسید} : C_5H_{10}O_2$$

گام سوم: درصد جرمی کربن در اسید مورد نظر را حساب می‌کنیم:

$$\text{درصد جرمی یک عنصر در ترکیب} = \frac{\text{جرم عنصر در یک مول ترکیب}}{\text{جرم مولی ترکیب}}\times100 = \frac{\text{جرم مولی اتم عنصر} \times \text{تعداد اتم عنصر در فرمول ترکیب}}{\text{جرم مولی ترکیب}}\times100$$

$$\text{درصد جرمی C در } C_5H_{10}O_2 = \frac{5\times12}{102}\times100 = \frac{60}{102}\times100 \xrightarrow{\text{کمی کم‌تر از ۶۰}} \%58/8$$

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۴۱

نکته **اسیدهای قوی و ضعیف کتاب درسی:**

اسیدهای قوی: هیدروکلریک اسید (HCl) ـ هیدروبرومیک اسید (HBr) ـ هیدرویدیک اسید (HI) ـ سولفوریک اسید (H_2SO_4) ـ نیتریک اسید (HNO_3)

اسیدهای ضعیف: هیدروفلوئوریک اسید (HF) ـ نیترو اسید (HNO_2) ـ فورمیک (متانوئیک) اسید ($HCOOH$) ـ استیک (اتانوئیک) اسید (CH_3COOH) ـ HCN (هیدروسیانیک اسید)

پاسخ تشریحی نیتریک اسید (HNO_3)، یک اسید قوی و نیترو اسید (HNO_2)، یک اسید ضعیف است. اگر غلظت این دو محلول یکسان باشد، غلظت یون‌های حاصل از یونش نیتریک اسید در محلول بیشتر است، اما ⁄ غلظت آنیون حاصل از یونش این دو اسید با هم برابر است و این نشان می‌دهد که غلظت اولیهٔ محلول اسید ضعیف (HNO_2) حتماً بیشتر بوده که باعث برابرشدن غلظت آنیون‌ها در دو محلول شده است (در واقع اسید ضعیف به اندازهٔ اسید قوی، یون تولید کرده است؛ بنابراین غلظت محلول اسید ضعیف، بیشتر است.)

بررسی گزینه‌ها:

۱) درصد یونش اسید قوی HNO_3، همواره برابر ۱۰۰ است و با افزایش غلظت این اسید، مقدار تفاوت درصد یونش دو اسید، تغییری نمی‌کند، از طرفی درصد یونش اسیدهای ضعیف (مانند HNO_2) طبق رابطهٔ $K_a = M\alpha^2$، با غلظت آن‌ها رابطهٔ وارونه دارد؛ بنابراین با افزایش غلظت اسید ضعیف، درصد یونش آن کم‌تر شده و تفاوت درصد یونش دو اسید، بیشتر می‌شود:



۲) نیتریک اسید، یک اسید قوی است و به طور کامل یونش می‌یابد؛ بنابراین در محلول آن (برخلاف محلول نیترو اسید)، تقریباً مولکول اسید یونیده‌نشده وجود ندارد.

۳) غلظت اولیهٔ محلول نیترو اسید بیشتر از محلول نیتریک اسید بوده است، از طرفی حجم محلول نیترو اسید، دو برابر حجم محلول نیتریک اسید می‌باشد؛ بنابراین خواهیم داشت:

$$\text{غلظت مولی} = \frac{\text{شمار مول حل شونده}}{\text{حجم محلول}} \Rightarrow \frac{\text{مول } HNO_2}{V(HNO_2)} > \frac{\text{مول } HNO_3}{V(HNO_3)} \xrightarrow{V(HNO_2)=2V(HNO_3)}$$

$$\text{مول } HNO_2 > 2(\text{مول } HNO_3)$$

۴) حجم نهایی گاز آزادشده، به شمار مول‌های اسید اولیه بستگی دارد. با توجه به این‌که هم حجم و هم غلظت محلول نیترو اسید بیشتر است، شمار مول‌های اسید در این محلول بیشتر بوده و در نتیجه حجم گاز آزادشده در واکنش آن با نوار منیزیم بیشتر خواهد بود.

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۲۴۲ **پاسخ تشریحی** **گام اول:** ابتدا با توجه به معادلهٔ موازنه‌شدهٔ واکنش یونش اسیدها، رابطهٔ ثابت یونش را برای هر دو اسید می‌نویسیم، سپس به کمک اطلاعات داده‌شده، نسبت غلظت تعادلی آنیون‌ها را به دست می‌آوریم:

$$HCOOH(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + HCOO^-(aq) \ , \ K_a = \frac{[H^+][HCOO^-]}{[HCOOH]} \xrightarrow{[H^+]=[HCOO^-]} K_a = \frac{[HCOO^-]^2}{[HCOOH]}$$

$$CH_3COOH(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + CH_3COO^-(aq) \ , \ K'_a = \frac{[H^+][CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$$

$$\xrightarrow{[H^+]=[CH_3COO^-]} K'_a = \frac{[CH_3COO^-]^2}{[CH_3COOH]}$$

با توجه به این‌که نسبت غلظت تعادلی اسیدهای مورد نظر داده شده است و نسبت مقادیر تعادلی آنیون‌های حاصل از یونش را می‌خواهیم، رابطه‌های ثابت یونش دو اسید را بر هم تقسیم می‌کنیم:

$$\frac{K_a(HCOOH)}{K'_a(CH_3COOH)} = \frac{\frac{[HCOO^-]^2}{[HCOOH]}}{\frac{[CH_3COO^-]^2}{[CH_3COOH]}} \Rightarrow \frac{1/8\times10^{-4}}{1/8\times10^{-5}} = \left(\frac{[HCOO^-]}{[CH_3COO^-]}\right)^2 \times 2/5 \Rightarrow \left(\frac{[HCOO^-]}{[CH_3COO^-]}\right)^2 = \frac{10}{2/5} = 4$$

$$\Rightarrow \frac{[HCOO^-]}{[CH_3COO^-]} = 2$$

گام دوم: با توجه به نسبت غلظت تعادلی آنیون‌ها، نسبت جرم آن‌ها را به دست می‌آوریم. با توجه به این‌که حجم دو محلول یکسان است، نسبت غلظت تعادلی آن‌ها با نسبت مول آن‌ها رابطهٔ مستقیم دارد؛ بنابراین خواهیم داشت:

$$\frac{[HCOO^-]}{[CH_3COO^-]} = \frac{mol(HCOO^-)}{mol(CH_3COO^-)} \xrightarrow{\text{مول}=\frac{\text{جرم}}{\text{جرم مولی}}} 2 = \frac{\frac{g(HCOO^-)}{45}}{\frac{g(CH_3COO^-)}{59}} \Rightarrow \frac{g(HCOO^-)}{g(CH_3COO^-)} = \frac{2\times45}{59} \simeq \frac{90}{60} = 1/5$$

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۴۳ پاسخ خیلی تشریحی ✔ عبارت‌های اول و سوم، درست و عبارت‌های دوم و چهارم، نادرست‌اند.

بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول: بنزین با فرمول تقریبی C_8H_{18} یک آلکان ۸ کربنی است و به دلیل ناقطبی‌بودن، حلال مناسبی برای مواد ناقطبی از جمله یُد (I_2) می‌باشد.

نکته بنزین، گریس و وازلین را به ترتیب می‌توان آلکان ۸، ۱۸ و ۲۵ کربنی در نظر گرفت. *این سه تا رو با هم اشتباه نگیرین!*

بنزین ← C_8H_{18} گریس ← $C_{18}H_{38}$ وازلین ← $C_{25}H_{52}$

عبارت دوم: شاخص امید به زندگی نشان می‌دهد، با توجه به خطراتی که انسان‌ها در طول زندگی با آن مواجه هستند، به طور میانگین چند سال در این جهان زندگی می‌کنند.

عبارت سوم: افزودن آنزیم همانند استفاده از آب گرم به جای آب سرد در شست‌وشوی پارچه، قدرت پاک‌کنندگی را افزایش می‌دهد.

عبارت چهارم: کلوئیدها حاوی توده‌های مولکولی با اندازه‌های متفاوت هستند، نه درشت‌مولکول!

نکته

مخلوط	محلول	کلوئید	سوسپانسیون
همگن یا ناهمگن	همگن	ناهمگن	ناهمگن
ذره‌های سازنده	یون‌ها و مولکول‌ها	توده‌های مولکولی با اندازه‌های متفاوت	ذره‌های ریز ماده

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

۲۴۴ پاسخ خیلی تشریحی ✔ عبارت‌های «ب» و «پ» درست‌اند.

بررسی عبارت‌ها:

الف) نماد اکسیژن باید به صورت حرف بزرگ نوشته شود. فرمول شیمیایی اوره به صورت $CO(NH_2)_2$ است.

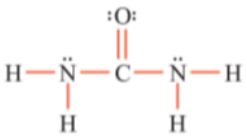
ب) اوره به دلیل داشتن پیوند $N-H$، می‌تواند با مولکول‌های آب پیوند هیدروژنی برقرار کند.

پ) جرم مولی اوره $60\ g.mol^{-1}$ است و در هر مول از آن ۲ مول N و ۴ مول H وجود دارد:

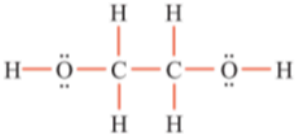
$$\text{جرم N} = 30\text{g}\,CO(NH_2)_2 \times \frac{1\text{mol}\,CO(NH_2)_2}{60\text{g}\,CO(NH_2)_2} \times \frac{2\text{mol N}}{1\text{mol}\,CO(NH_2)_2} \times \frac{14\text{g N}}{1\text{mol N}} = 14\text{g N}$$

$$\text{مول H} = 30\text{g}\,CO(NH_2)_2 \times \frac{1\text{mol}\,CO(NH_2)_2}{60\text{g}\,CO(NH_2)_2} \times \frac{4\text{mol H}}{1\text{ml}\,CO(NH_2)_2} = 2\text{mol H}$$

ت) در هر دو مولکول اوره و اتیلن گلیکول، ۴ جفت‌الکترون ناپیوندی وجود دارد.



اوره



اتیلن گلیکول

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۴۵ پاسخ خیلی تشریحی بررسی گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): در مولکول اتیلن‌گلیکول $(C_2H_6O_2)$، نسبت شمار اتم‌های هیدروژن به شمار اتم های کربن برابر ۳ است. در ساختار صابون، نسبت شمار اتم‌های هیدروژن به کربن فقط در حالتی برابر ۳ به دست می‌آید که گروه R سیر شده باشد و صابون هم آمونیوم‌دار باشد. حالا چک می‌کنیم که آیا چنین صابونی می‌تواند وجود داشته باشد یا خیر.

$$RCOONH_4 : C_nH_{2n+1}COONH_4 \Rightarrow C_{n+1}H_{2n+5}O_2 \Rightarrow \frac{\text{شمار اتم‌های H}}{\text{شمار اتم‌های C}} = \frac{2n+5}{n+1} = 3$$

$$\Rightarrow 2n+5 = 3n+3 \Rightarrow n = 2$$

اگر n برابر ۲ باشد، به‌دلیل کوچک‌بودن گروه R، ترکیب مورد نظر نمی‌تواند صابون باشد؛ در واقع، به دلیل شمار کربن زیاد صابون‌ها، نسبت شمار اتم‌های هیدروژن به کربن در آن‌ها قطعاً کم‌تر از ۳ است.

$$\frac{2n+5}{n+1} \xrightarrow{\text{n بزرگ}} \simeq \frac{2n+5}{n} = 2+\frac{5}{n} < 3$$

گزینهٔ (۲): در ساختار مولکول‌های سازندهٔ عسل، شمار قابل توجهی گروه عاملی هیدروکسیل $(-OH)$ وجود دارد، و نه گروه عاملی کربوکسیل $(-COOH)$.

گزینهٔ (۳): محلول‌ها و کلوئیدها هر دو پایدارند و ذرات سازندهٔ آن‌ها، ته‌نشین نمی‌شوند.

گزینهٔ (۴): گروه $-COO^-$ بخشی از قسمت آنیونی صابون $(RCOO^-)$ است و واحد مجزایی نیست که با مولکول‌های آب، آب‌پوشیده شود.

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۲۴۶ پاسخ خیلی تشریحی عبارت‌های «الف»، «ب» و «پ» درست‌اند.

a، b و c به ترتیب ساختار یک اسید چرب، استر سنگین و صابون را نشان می‌دهند.

بررسی عبارت‌ها:

الف) از واکنش اسید چرب با سدیم هیدروکسید، صابون تولید می‌شود:

$$RCOOH(aq) + NaOH(aq) \rightarrow RCOONa(aq) + H_2O(l)$$

ب) با توجه به این‌که اسیدهای چرب و استرهای سنگین در مجموع ناقطبی به حساب می‌آیند، نیروی بین مولکولی آن‌ها از نوع وان‌درواالسی است.

پ) مخلوط آب، روغن و صابون کلوئید به حساب می‌آید.

ت) اگر c را صابون سدیم $(RCOONa)$ در نظر بگیریم و به جای کاتیون آن، کاتیون K^+ که شعاع بزرگ‌تر دارد قرار دهیم، صابون پتاسیم $(RCOOK)$ به دست می‌آید که مایع است و نقطهٔ ذوب کم تری دارد.

نقطهٔ ذوب: $\underset{\text{جامد}}{RCOONa} > \underset{\text{مایع}}{RCOOK}$

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۴۷

نکته فرمول عمومی اسیدهای چرب (RCOOH) که زنجیرهای هیدروکربنی سیرشده است، آن‌ها به صورت $C_nH_{2n}O_2$ می‌باشد. اگر زنجیر هیدروکربنی سیرنشده باشد، به ازای هر پیوند دوگانه $C=C$، ۲ اتم هیدروژن کم می‌کنیم؛ مثلاً اگر گروه R یک پیوند $C=C$ داشته باشد، فرمول اسید چرب به صورت $C_nH_{2n-2}O_2$ خواهد بود.

پاسخ خیلی تشریحی **گام اول:** ابتدا فرمول مولکولی اسید چرب را تعیین می‌کنیم:

اسید چرب ۱۸کربنی‌سیرشده : $C_{18}H_{36}O_2 \xrightarrow[(\text{به دلیل ۳پیوند } C=C)]{-3\times2=6H} C_{18}H_{30}O_2$

گام دوم: طبق قانون پایستگی جرم، با توجه به فرمول مولکولی اسید چرب مورد نظر که ۳۰ اتم هیدروژن دارد، از سوختن کامل هر مول از آن ۱۵ مول آب تولید می‌شود:

$$C_{18}H_{30}O_2 \sim 15H_2O$$

$$0/2\,mol\,C_{18}H_{30}O_2 \times \frac{15\,mol\,H_2O}{1\,mol\,C_{18}H_{30}O_2} \times \frac{18\,g\,H_2O}{1\,mol\,H_2O} = 3\times18 = 54\,g\,H_2O$$

گام سوم: صابون‌های مایع، نمک‌های پتاسیمی یا آمونیومی اسیدهای چرب هستند؛ بنابراین اگر به جای یکی از اتم‌های هیدروژن اسید چرب K^+ یا NH_4^+ قرار دهیم، فرمول شیمیایی صابون مایع به دست می‌آید:

$$\underset{\text{اسید چرب}}{RCOOH} \xrightarrow{-H,+X} \underset{\text{صابون}}{RCOOX}$$

$$C_{18}H_{30}O_2 \begin{cases} C_{18}H_{29}O_2K \\ C_{18}H_{29}O_2NH_4 = C_{18}H_{33}O_2N \end{cases}$$

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

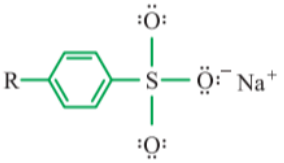
۲۴۸ **پاسخ خیلی تشریحی** ✔ a ساختار یک پاک‌کنندهٔ غیرصابونی و b ساختار یک پاک‌کنندهٔ صابونی مایع است.

بررسی گزینه‌ها:

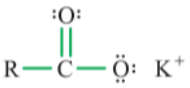
گزینهٔ (۱):

$$R\!\not{C}_6H_4SO_3Na - R\!\not{C}O_2K = C_5H_4SONa - K = 135 - 39 = 96g$$

گزینهٔ (۲):



$\Rightarrow$ ۹ جفت‌الکترون ناپیوندی و ۳ پیوند دوگانه



$\Rightarrow$ ۵ جفت‌الکترون ناپیوندی و ۱ پیوند دوگانه

$$\left.\begin{array}{l}\text{تفاوت شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی} = 9-5=4 \\ \text{تفاوت شمار پیوندهای دوگانه} = 3-1=2 \Rightarrow \frac{4}{2}=2\end{array}\right\} \frac{4}{2}=2$$

گزینهٔ (۳): به طور کلی، قدرت پاک‌کنندگی پاک‌کننده‌های غیرصابونی از پاک‌کننده‌های صابونی بیشتر است، زیرا در آب سخت رسوب نمی‌کنند.

گزینهٔ (۴): اساس عملکرد صابون و پاک‌کننده‌های غیرصابونی برهم‌کنش میان ذره‌هاست. این پاک‌کننده‌ها با آلاینده‌ها واکنش شیمیایی نمی‌دهند. *واکنش شیمیایی راستِ کار پاک‌کننده‌های فورنده است.*

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۲۴۹

نکته

۱) صابون‌های سدیمی جامد و صابون‌های پتاسیمی و آمونیومی مایع هستند.

انواع صابون
- صابون جامد ← $RCOO^-Na^+$
- صابون مایع ← $RCOO^-K^+$ یا $RCOO^-NH_4^+$

۲) فرمول عمومی زنجیرهای هیدروکربنی سیرشده (گروه آلکیل) به صورت C_nH_{2n+1} است. اگر زنجیر هیدروکربنی سیرنشده باشد، به ازای هر پیوند $C=C$، دو اتم هیدروژن از فرمول مولکولی آن کم می‌شود؛ مثلاً اگر یک زنجیر هیدروکربنی دارای ۲ پیوند $C=C$ باشد، فرمول مولکولی آن به صورت زیر خواهد بود:

$$C_nH_{2n+1-(2\times2)} = C_nH_{2n-3}$$

پاسخ خیلی تشریحی

برای این‌که بفهمیم کاتیون سازندهٔ صابون چیست، باید جرم مولی کاتیون را به کمک درصد جرمی آن به دست آوریم. با توجه به این‌که گروه R، ۳ پیوند دوگانه دارد، ۶ اتم هیدروژن نسبت به حالت سیرشده (C_nH_{2n+1}) کم‌تر خواهد داشت.):

$$RCOOX: C_{12}H_{25-6}COOX = C_{13}H_{19}O_2X$$

راه حل:

$$\text{درصد جرمی X در } C_{13}H_{19}O_2X = \frac{\text{جرم مولی X}}{(13\times12)+19+(2\times16)+\text{جرم مولی X}}\times100 = 8$$

$$\Rightarrow \frac{x}{207+x} = \frac{8}{100} \Rightarrow 1656+8x = 100x$$

$$\Rightarrow 92x = 1656 \Rightarrow x = 18$$

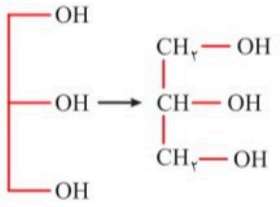
در بین کاتیون‌های Na^+، K^+ و NH_4^+ که در ساختار صابون‌ها وجود دارند، فقط جرم مولی NH_4^+ برابر $18 g.mol^{-1}$ است.

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

SanjeshCloud

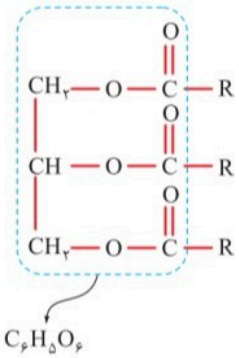
۲۵۰ **پاسخ خیلی تشریحی** بررسی گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): الکل سه‌عاملی سازندهٔ همهٔ استرهای سنگین $C_3H_8O_3$ یا $C_3H_5(OH)_3$ است.



$\Rightarrow C_3H_5(OH)_3$ یا $C_3H_8O_3$

گزینهٔ (۲): فرمول مولکولی چربی کوهان شتر $C_{57}H_{110}O_6$ است. با توجه به ساختار کلی استرهای سه‌عاملی خواهیم داشت:



$\Rightarrow C_6H_5O_6R_3$

$\Rightarrow C_6H_5O_6R_3 = C_{57}H_{110}O_6 \Rightarrow R_3 = C_{51}H_{105}$

$\Rightarrow R: C_{17}H_{35} \xrightarrow{\text{اسید چرب: RCOOH}} C_{17}H_{35}COOH$

یا $C_{18}H_{36}O_2$ یا $CH_3(CH_2)_{16}COOH$

فرمول مولکولی اسید چرب سازندهٔ استر کوهان شتر: $\frac{C_{57}H_{110}O_6 - C_3H_2}{3} = \frac{C_{54}H_{108}O_6}{3} = C_{18}H_{36}O_2$

گزینهٔ (۳): فرمول مولکولی روغن زیتون $C_{57}H_{104}O_6$ است؛ بنابراین خواهیم داشت:

فرمول مولکولی اسید چرب سازنده روغن زیتون $= \frac{C_{57}H_{104}O_6 - C_3H_2}{3} = \frac{C_{54}H_{102}O_6}{3} = C_{18}H_{34}O_2$

گزینهٔ (۴): از همان رابطهٔ قبلی استفاده می‌کنیم و فرمول مولکولی استر را به دست می‌آوریم:

فرمول مولکولی اسید چرب سازندهٔ استر سنگین $= \frac{\text{فرمول مولکولی استر سنگین} - C_3H_2}{3}$

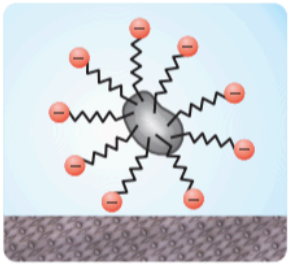
$\Rightarrow$ فرمول مولکولی استر سنگین $= 3$ (فرمول اسید چرب سازندهٔ استر سنگین) $+ C_3H_2$

$= 3(C_{12}H_{24}O_2) + C_3H_2 = C_{39}H_{74}O_6$

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۵۱ **پاسخ خیلی تشریحی** ✔ بررسی گزینه‌ها:



گزینهٔ (۱): با توجه به این‌که بخش ناقطبی صابون با چربی جاذبه برقرار می‌کند، این بخش صابون داخل قطرهٔ چربی قرار می‌گیرد و از آن‌جا که بخش قطبی صابون که دارای بار منفی است با آب جاذبه برقرار می‌کند، سطح بیرونی قطرهٔ چربی (همانند شکل روبه‌رو) دارای بار منفی می‌شود.

گزینهٔ (۲): کاملاً درست است.

گزینهٔ (۳): هر چه درصد پلی‌استر در یک پارچه بیشتر باشد، لکه‌های ناقطبی چربی را بیشتر به خود می‌چسباند؛ زیرا پلی‌استرها از واحدهای ناقطبی‌تری (نسبت به نخ) تشکیل شده‌اند. در این‌جا چسبندگی لکهٔ چربی روی پارچه B که پلی‌استر بیشتری دارد، بیشتر است.

گزینهٔ (۴): صابون مراغه یک صابون سنتی است که افزودنی شیمیایی ندارد و به دلیل خاصت بازی مناسب، برای موهای چرب استفاده می‌شود.

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

۲۵۲

نکته

افزودنی‌های صابون و شوینده‌ها

- صابون **گوگرددار** برای از بین بردن جوش صورت و قارچ‌های پوستی استفاده می‌شود.
- صابون دارای ترکیب شیمیایی **کلردار** برای ایجاد خاصیت ضدعفونی‌کنندگی و میکروب‌کشی به کار می‌رود.
- برای افزایش قدرت پاک‌کنندگی شوینده‌ها، به آن‌ها نمک‌های **فسفات** اضافه می‌کنند.

پاسخ خیلی تشریحی ✔ عبارت‌های اول، سوم و چهارم درست‌اند.

بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول: عنصر مؤثر در مادهٔ A، گوگرد است که در ساختار پاک‌کننده‌های غیرصابونی ($RC_6H_4SO_3X$) نیز وجود دارد.

عبارت دوم: نمک‌های منیزیم با صابون رسوب می‌دهند و قدرت پاک‌کنندگی آن را کاهش می‌دهند. اما دقت کنید X همان نمک‌های فسفات است.

عبارت سوم: عنصر مؤثر در مادهٔ D، کلر ($_{17}Cl$) است که متعلق به دورهٔ سوم جدول تناوبی می‌باشد.

عبارت چهارم: برای افزایش قدرت پاک‌کنندگی مواد شوینده، به آن‌ها نمک‌های فسفات می‌افزایند، زیرا این نمک‌ها با یون‌های کلسیم و منیزیم موجود در آب‌های سخت واکنش می‌دهند و از تشکیل رسوب و ایجاد لکه جلوگیری می‌کنند.

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۲۵۳ **پاسخ خیلی تشریحی** ✔ عبارت‌های دوم و چهارم درست‌اند.

بررسی عبارت‌های نادرست:

عبارت اول: آب سخت حاوی مقادیر چشمگیری از یون‌های Ca^{2+} و Mg^{2+} است. این عبارت به این معنی نیست که مقدار این یون‌ها از سایر یون‌ها بیشتر است.

عبارت سوم: قدرت پاک‌کنندگی صابون در آب سخت کاهش می‌یابد، نه این‌که به طور کامل از بین برود!

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۵۴ پاسخ خیلی تشریحی ابتدا باید با توجه به شمار پیوندهای اشتراکی در ساختار پاک‌کننده، فرمول شیمیایی آن را به دست آوریم:

$$C_nH_{2n+1}C_6H_4SO_3^-Na^+$$

فرمول محاسبهٔ شمار پیوندهای اشتراکی را برای بخش آنیونی می‌نویسیم:

$$\text{شمار پیوندهای اشتراکی} = \frac{(C\times 4)+(H\times 1)+(S_1O\times 2)+\text{بار یون با علامت}}{2}$$

$$\Rightarrow 51=\frac{\overbrace{[(n+6)\times 4]}^{C}+\overbrace{2n+5}^{H}+\overbrace{(4\times 2)}^{O,S}+\overbrace{(-1)}^{\text{بار}}}{2} \Rightarrow 102=4n+24+2n+5+8-1$$

$$\Rightarrow 6n=102-36=66 \Rightarrow n=11$$

بنابراین فرمول پاک‌کننده به صورت $C_{11}H_{23}C_6H_4SO_3Na$ است. اگر به جای ۴ اتم هیدروژن متصل به حلقهٔ بنزنی، ۴ گروه متیل (CH_3) قرار گیرد، خواهیم داشت:

$$C_{11}H_{23}C_6(CH_3)_4SO_3Na=C_{21}H_{35}SO_3Na$$

$$\Rightarrow \text{جرم مولی}=(21\times 12)+35+32+(3\times 16)+23=390\,g.mol^{-1}$$

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۲۵۵ پاسخ خیلی تشریحی معادلهٔ واکنش انجام‌شده به صورت زیر است:

$$2CH_3(CH_2)_nCOONa+CaCl_2\rightarrow (CH_3(CH_2)_nCOO)_2Ca+2NaCl$$

از اون‌جایی که گروه $CH_3(CH_2)_nCOO^-$ در فرمول صابون و رسوب یکسان است، اول جرم مولی این گروه را به دست می‌آوریم:

$$CH_3(CH_2)_nCOO \Rightarrow \text{جرم مولی}=15+14n+12+32=14n+59\,g.mol^{-1}$$

حالا جرم مولی صابون و رسوب را حساب می‌کنیم:

$$CH_3(CH_2)_nCOONa \Rightarrow \text{جرم مولی صابون}=(14n+59)+23=(14n+82)g.mol^{-1}$$

$$(CH_3(CH_2)_nCOO)_2Ca \Rightarrow \text{جرم مولی رسوب}=2(14n+59)+40=(28n+158)g.mol^{-1}$$

با نوشتن تناسب بین جرم صابون و جرم رسوب، n به دست می‌آید:

$$\frac{\text{جرم}}{\underbrace{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب}}_{\text{صابون}}}=\frac{\text{جرم}}{\underbrace{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب}}_{\text{رسوب}}} \Rightarrow \frac{501}{2(14n+82)}=\frac{496/5}{1(28n+158)} \Rightarrow \frac{501}{28n+164}=\frac{496/5}{28n+158}$$

تکنیک محاسباتی:

$$\frac{a}{b}=\frac{c}{d}=\frac{a+c}{b+d}=\frac{a-c}{b-d}$$

برای این‌که 28n از یکی از کسرها حذف شود، صورت کسرها را از هم و مخرج کسرها را از هم کم می‌کنیم و کسر به‌دست‌آمده را با یکی از کسرهای اولیه برابر قرار می‌دهیم:

$$\frac{501-496/5}{164-158}=\frac{501}{28n+164} \Rightarrow \frac{4/5}{6}=\frac{501}{28n+164} \Rightarrow 668=28n+164 \Rightarrow 28n=504 \Rightarrow n=18$$

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۵۶ پاسخ خیلی تشریحی ✔ همهٔ عبارت‌های داده‌شده نادرست‌اند.

عبارت اول: همهٔ پاک‌کننده‌ها خاصیت بازی ندارند، بعضی از پاک‌کننده‌های خورنده (مانند HCl) اسیدی هستند و کاغذ pH را به رنگ سرخ درمی‌آورند.

عبارت دوم: شیمی‌دان‌ها قبل از مدل آرنیوس و شناخت ساختار اسیدها و بازها، با برخی از ویژگی‌ها و واکنش‌های بین آن‌ها آشنا بودند.

عبارت سوم: در واکنش مخلوط پودر آلومینیم و سدیم هیدروکسید با آب، گاز هیدروژن تولید می‌شود، نه اکسیژن!

عبارت چهارم: الکل‌ها (مانند CH_3OH) باز آرنیوس محسوب نمی‌شوند، زیرا به صورت مولکولی در آب حل می‌شوند و یون تولید نمی‌کنند.

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۲۵۷ پاسخ خیلی تشریحی ✔ عبارت‌های «پ» و «ت» درست‌اند.

محلول‌هایی که در آن‌ها یون H^+ (●) تولید شده است، خاصیت اسیدی دارند ← (۲) و (۴)

محلول‌هایی که در آن‌ها یون OH^- (●●) تولید شده است، خاصیت بازی دارند ← (۱) و (۳)

بررسی عبارت‌ها:

الف) محلول (۲) خاصیت اسیدی دارد و کاغذ pH در آن به رنگ سرخ درمی‌آید، در حالی که محلول (۳) خاصیت بازی دارد و کاغذ pH در آن به رنگ آبی درمی‌آید.

ب) فلزهای گروه دوم جدول، یون دو بار مثبت تشکیل می‌دهند؛ بنابراین فرمول هیدروکسید آن‌ها به صورت $M(OH)_2$ است. در محلول این هیدروکسیدها، شمار یون‌های OH^- دو برابر شمار یون‌های M^{2+} است، در حالی که در شکل (۱) شمار کاتیون‌ها و آنیون‌ها با هم برابر است.

پ) با توجه به معادلهٔ واکنش این اکسیدها با آب، همه‌پی درسته!

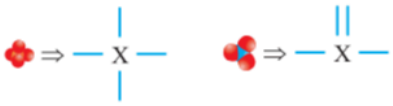
(●) (●)

$$SO_3(g) + H_2O(l) \rightarrow 2H^+(aq) + SO_4^{2-}(aq)$$

$$N_2O_5(s) + H_2O(l) \rightarrow 2H^+(aq) + 2NO_3^-(aq)$$

(●) (●●)

ت) با توجه به مدل فضا پرکن آنیون‌های محلول‌های (۲) و (۴)، در ساختار هر دو آنیون، ۴ پیوند اشتراکی وجود دارد:



این آنیون‌ها می‌توانند SO_4^{2-} و NO_3^- باشند.

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۵۸ پاسخ خیلی تشریحی بخش قطبی پاک‌کننده‌های غیرصابونی گروه $-SO_3^-$ و بخش قطبی پاک‌کننده‌های صابونی گروه $-COO^-$ است؛ بنابراین شمار اتم‌های بخش قطبی پاک‌کننده‌های غیرصابونی $۴ - ۳ = ۱$ واحد بیشتر است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): با افزایش دما و استفاده از صابون‌های آنزیم‌دار، می‌توان درصد لکه‌های باقی‌مانده را بر روی پارچه‌هایی که الیاف آن‌ها گروه‌های قطبی قابل توجهی دارند، به صفر رساند. برای مثال درصد لکه‌های چربی باقی‌مانده روی پارچه‌های نخی، پس از استفاده از صابون آنزیم‌دار در دمای $۴۰^\circ C$، به صفر می‌رسد.

گزینهٔ (۲): از صابون مراغه به دلیل خاصیت بازی مناسب، برای موهای چرب استفاده می‌شود. در تنور نان سنگک از نوعی صابون سنتی (متفاوت با صابون مراغه) استفاده می شود.

گزینهٔ (۴): گازی که در اثر واکنش پودر آلومینیم (Al) و سدیم هیدروکسید $(NaOH)$ با آب تولید می‌شود، گاز هیدروژن (H_2) است که مولکول‌های آن دارای دو **اتم** است، نه دو عنصر!

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

۲۵۹ پاسخ خیلی تشریحی عبارت‌های «الف» و «پ» درست‌اند.

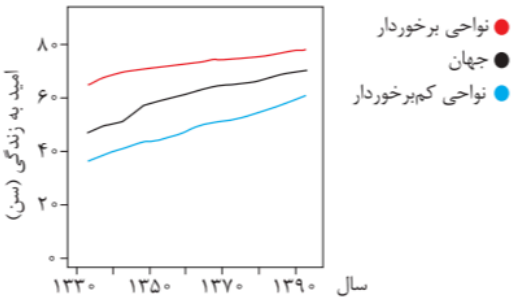
بررسی همهٔ عبارت‌ها:

الف) ژله و مخلوط اتیلن‌گلیکول در آب، به ترتیب کلوئید و محلول هستند. با توجه به این‌که ذره‌های سازندهٔ کلوئیدها، توده‌های مولکولی و ذره‌های سازندهٔ محلول‌ها، مولکول‌ها و یون‌ها هستند، اندازهٔ ذره‌های سازندهٔ ژله بزرگ‌تر است.

ب) دومین و سومین عنصرهای گروه دوم جدول تناوبی، منیزیم و کلسیم هستند. نمک‌های اسید چرب این دو عنصر یعنی $(RCOO)_2Mg$ و $(RCOO)_2Ca$ در آب نامحلول هستند، در حالی که مس (II) سولفات $(CuSO_4)$ در آب محلول است.

پ) صابون‌های جامد، نمک سدیم اسید چرب $(RCOONa)$ هستند، در حالی که صابون‌های مایع، نمک پتاسیم اسید چرب $(RCOOK)$ یا نمک آمونیوم اسید چرب $(RCOONH_4)$ هستند؛ بنابراین صابون‌های جامد، به یقین دارای عنصر فلزی (Na) هستند، در حالی که صابون‌های مایع، می‌توانند فاقد عنصر فلزی باشند و *اون زمانی است که نمک آمونیوم اسید چرب داشته باشیم!*

ت) سرعت افزایش شاخص امید به زندگی در سال‌های اخیر که در شکل زیر همان شیب نمودار است، در نواحی برخوردار از نواحی کم‌برخوردار کم‌تر است.



(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۲۶۰ **پاسخ خیلی تشریحی**

گام اول: ابتدا باید واکنش میان دو اسید چرب با سدیم هیدروکسید را بنویسیم:

$$I)\ C_{18}H_{30}O_2 + NaOH \rightarrow C_{18}H_{29}O_2Na + H_2O$$

$$II)\ C_{16}H_{32}O_2 + NaOH \rightarrow C_{16}H_{31}O_2Na + H_2O$$

اگر مقدار مول مصرفی $C_{18}H_{30}O_2$ و $C_{16}H_{32}O_2$ را به ترتیب x و y در نظر بگیریم، با توجه به برابربودن ضریب همهٔ مواد در دو واکنش می‌توان گفت مقدار مول مصرفی $NaOH$ در واکنش‌های (I) و (II) به ترتیب برابر با x و y خواهد بود.

$$x\,mol\,C_{18}H_{30}O_2 \sim x\,mol\,NaOH$$

$$y\,mol\,C_{16}H_{32}O_2 \sim y\,mol\,NaOH$$

گام دوم: در قدم بعدی با توجه به جرم مخلوط اسیدهای چرب و سدیم هیدروکسید مصرفی، دستگاه معادله تشکیل می‌دهیم و x و y را به دست می‌آوریم:

$$\begin{cases} \underbrace{\text{جرم } C_{18}H_{30}O_2 \text{ مصرفی}}_{278x} + \underbrace{\text{جرم } C_{16}H_{32}O_2 \text{ مصرفی}}_{256y} = 1580 \\ \underbrace{\text{جرم NaOH مصرفی (I)}}_{40x} + \underbrace{\text{جرم NaOH مصرفی (II)}}_{40y} = 240 \xrightarrow{\text{تقسیم طرفین به ۴۰}} x + y = 6 \Rightarrow x = 6 - y \end{cases}$$

حالا در معادلهٔ اول به جای x، $6 - y$ قرار می‌دهیم:

$$278(6-y) + 256y = 1580 \Rightarrow 1668 - 278y + 256y = 1580$$

$$\Rightarrow 22y = 88 \Rightarrow y = 4\ ,\ x = 6 - 4 = 2$$

نکته فرمول عمومی اسیدهای چرب با زنجیر هیدروکربنی سیرشده به صورت $C_nH_{2n+1}COOH$ یا $C_nH_{2n}O_2$ نوشته می‌شود.

گام سوم: با توجه به این‌که فرمول مولکولی پالمیتیک اسید ($C_{16}H_{32}O_2$) برخلاف لینولئیک اسید از فرمول عمومی $C_nH_{2n}O_2$ پیروی می‌کند، می‌توان گفت پالمیتیک اسید، یک اسید چرب با زنجیر هیدروکربنی سیرشده است و صابون تولیدشده از آن ($C_{16}H_{31}O_2Na$) نیز دارای زنجیر هیدروکربنی سیرشده خواهد بود. با توجه به این‌که در واکنش (II)، چهار مول $C_{16}H_{32}O_2$ مصرف شده است، چهار مول صابون ($C_{16}H_{31}O_2Na$) نیز تولید می‌شود.

در قدم بعدی باید واکنش میان صابون مورد نظر با محلول کلسیم کلرید ($CaCl_2$) را بنویسیم:

$$\underbrace{2C_{16}H_{31}O_2Na(aq)}_{2C_{15}H_{31}COONa(aq)} + CaCl_2(aq) \rightarrow (C_{15}H_{31}COO)_2Ca(s) + 2\,NaCl(aq)$$

استفاده از کسر تبدیل:

$$L_{\text{محلول}} = 4\,mol\,C_{16}H_{31}O_2Na \times \frac{1\,mol\,CaCl_2}{2\,mol\,C_{16}H_{31}O_2Na} \times \frac{1\,L\ \text{محلول}}{0/01\,mol\,CaCl_2} = 200\,L$$

یه‌جور دیگه استفاده از کسر تناسب:

$$\underbrace{\frac{\text{مول}}{\text{ضریب}}}_{C_{16}H_{31}O_2Na} = \underbrace{\frac{\text{حجم محلول} \times \text{غلظت مولی}}{\text{ضریب}}}_{CaCl_2} \Rightarrow \frac{4}{2} = \frac{0/01 \times V}{1} \Rightarrow V = 2 \times 100 = 200\,L$$

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

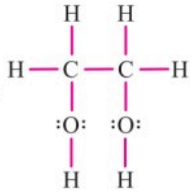
SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۶۱ **پاسخ خیلی تشریحی** ✔ عبارت‌های اول و دوم درست‌اند.

بررسی عبارت‌ها:

- با توجه به ساختار مولکول‌های اتیلن‌گلیکول $(C_2H_6O_2)$ و اوره $(CO(NH_2)_2)$، می‌توان شمار جفت‌الکترون‌های پیوندی و ناپیوندی و نسبت آن‌ها را به دست آورد:

اتیلن‌گلیکول:



$$\Rightarrow \begin{cases} \text{شمار جفت‌الکترون پیوندی} = ۹ \\ \text{شمار جفت‌الکترون ناپیوندی} = ۴ \end{cases} \Rightarrow \frac{\text{شمار جفت‌الکترون پیوندی}}{\text{شمار جفت‌الکترون ناپیوندی}} = \frac{۹}{۴}$$

اوره:



$$\Rightarrow \begin{cases} \text{شمار جفت‌الکترون‌های پیوندی} = ۸ \\ \text{شمار جفت‌الکترون‌های ناپیوندی} = ۴ \end{cases} \Rightarrow \frac{\text{شمار جفت‌الکترون‌های پیوندی}}{\text{شمار جفت‌الکترون‌های ناپیوندی}} = \frac{۸}{۴} = ۲$$

بنابراین نسبت مورد نظر در مولکول اتیلن‌گلیکول، $\frac{\frac{۹}{۴}}{۲} = ۱/۱۲۵$ برابر مولکول اوره است.

- با توجه به این‌که در حلقهٔ بنزن پاک‌کننده‌های غیرصابونی، سه پیوند دوگانه وجود دارد، می‌توان نتیجه گرفت زنجیر هیدروکربنی پاک‌کنندهٔ غیرصابونی مورد نظر، سیرشده است.

نکته فرمول عمومی پاک‌کننده‌های غیرصابونی با زنجیر هیدروکربنی سیرشده، به‌صورت $C_nH_{2n-7}SO_3Na$ یا $C_nH_{2n+1}C_6H_4SO_3Na$ نوشته می‌شود.

با توجه به ۱۸کربنی بودن مولکول این پاک‌کننده، می‌توان گفت تعداد اتم‌های H مولکول آن برابر $۲۹ = ۷ - (۲\times۱۸)$ و فرمول مولکولی آن به صورت $C_{18}H_{29}SO_3Na$ است.

- درصد جرمی کربن در وازلین $(C_{25}H_{52})$ و بنزین (C_8H_{18}) به صورت زیر قابل محاسبه است:

$$\text{درصد جرمی C در ترکیب} = \frac{\text{تعداد اتم C} \times \text{جرم مولی C}}{\text{جرم مولی ترکیب}} \times ۱۰۰$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \text{درصد جرمی C در } C_{25}H_{52} = \frac{۲۵\times۱۲}{(۲۵\times۱۲)+(۵۲\times۱)} \times ۱۰۰ \simeq ٪۸۵/۲ \\ \text{درصد جرمی C در } C_8H_{18} = \frac{۸\times۱۲}{(۸\times۱۲)+(۱۸\times۱)} \times ۱۰۰ \simeq ٪۸۴/۲ \end{cases}$$

بنابراین درصد جرمی کربن در وازلین از بنزین بیشتر است.

نکته با افزایش تعداد اتم‌های کربن در آلکان‌ها (با فرمول عمومی C_nH_{2n+2})، درصد جرمی اتم‌های کربن افزایش و درصد جرمی اتم‌های هیدروژن کاهش می‌یابد.

- پس از ورود صابون به آب، سر آب‌دوست مولکول‌های آن یعنی $-COO^-$، با سر **مثبت** مولکول‌های آب که اتم‌های هیدروژن هستند، نیروی جاذبهٔ یون ـ دوقطبی برقرار می‌کنند.

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۶۲ **پاسخ خیلی تشریحی** ✔ ابتدا شمار اتم‌های C و H و هم‌چنین فرمول مولکولی اسید چرب حاصل از آبکافت $C_{۵۷}H_{۱۰۴}O_۶$ را به دست می‌آوریم:

$$\begin{cases} \text{تعداد اتم‌های C در اسید چرب} = \frac{\text{تعداد اتم‌های C در استر بلندزنجیر} - ۳}{۳} = \frac{۵۷-۳}{۳} = ۱۸ \\ \text{تعداد اتم‌های H در اسید چرب} = \frac{\text{تعداد اتم‌های H در استر بلندزنجیر} - ۲}{۳} = \frac{۱۰۴-۲}{۳} = ۳۴ \end{cases} \Rightarrow \text{فرمول مولکولی اسید چرب: } C_{۱۸}H_{۳۴}O_۲$$

بنابراین معادلهٔ واکنش آبکافت استر $C_{۵۷}H_{۱۰۴}O_۶$ به صورت زیر خواهد بود:

$$C_{۵۷}H_{۱۰۴}O_۶ + ۳H_۲O \rightarrow C_۳H_۸O_۳ + ۳C_{۱۸}H_{۳۴}O_۲$$

نکته شمار جفت‌الکترون‌های پیوندی در مواد آلی اکسیژن‌دار از رابطهٔ زیر به دست می‌آید:

$$\text{شمار جفت‌الکترون‌های پیوندی} = \frac{(\text{C تعداد اتم} \times ۴) + (\text{H تعداد اتم} \times ۱) + (\text{O تعداد اتم} \times ۲)}{۲}$$

در قدم بعدی باید شمار جفت‌الکترون‌های پیوندی در هر مولکول $C_{۱۸}H_{۳۴}O_۲$ را محاسبه کنیم:

$$\text{شمار جفت‌الکترون‌های پیوندی در مولکول } C_{۱۸}H_{۳۴}O_۲ = \frac{(\text{C تعداد اتم} \times ۴) + (\text{H تعداد اتم} \times ۱) + (\text{O تعداد اتم} \times ۲)}{۲}$$

$$= \frac{(۱۸ \times ۴) + (۳۴ \times ۱) + (۲ \times ۲)}{۲} = ۵۵$$

در مرحلهٔ بعد باید با استفاده از روابط استوکیومتری، به شمار جفت‌الکترون‌های پیوندی در اسید چرب تولیدی برسیم:

استفاده از کسر تبدیل:

$$\text{جفت‌الکترون پیوندی} = ۲۲۱\text{g } C_{۵۷}H_{۱۰۴}O_۶ \times \frac{۱\text{mol } C_{۵۷}H_{۱۰۴}O_۶}{۸۸۴\text{g } C_{۵۷}H_{۱۰۴}O_۶} \times \frac{۳\text{mol } C_{۱۸}H_{۳۴}O_۲}{۱\text{mol } C_{۵۷}H_{۱۰۴}O_۶} \times$$

$$\frac{\text{جفت‌الکترون پیوندی } ۵۵\text{mol}}{۱\text{mol } C_{۱۸}H_{۳۴}O_۲} = \frac{\overbrace{(۱۶۴+۱)}^{۱۶۵}}{۴} = (\underbrace{\frac{۱۶۴}{۴}}_{۴۱} + \underbrace{\frac{۱}{۴}}_{۰/۲۵}) = ۴۱/۲۵$$

توجه: در روش کسر تناسب، برای جفت‌الکترون‌های پیوندی $C_{۱۸}H_{۳۴}O_۲$، باید کسر تناسب مول را نوشت و در مخرج کسر آن علاوه بر ضریب، عدد ۵۵ را نیز قرار داد. در واقع عدد ۵۵ برای جفت‌الکترون‌های پیوندی $C_{۱۸}H_{۳۴}O_۲$، همانند زیروند عمل می‌کند.

برای حل قسمت دوم سؤال، ابتدا باید معادلهٔ سوختن کامل $C_{۱۸}H_{۳۴}O_۲$ را بنویسیم و آن را موازنه کنیم:

$$۲C_{۱۸}H_{۳۴}O_۲ + ۵۱O_۲ \Rightarrow ۳۶CO_۲ + ۳۴H_۲O$$

نکته با توجه به این‌که اسید چرب تولیدشده در واکنش اول، در واکنش دوم به طور کامل می‌سوزد، می‌توان با هم‌ضریب کردن آن در دو معادله، *بین دو واکنش پُل زد* و مستقیماً از مقدار استر بلندزنجیر به گاز تولیدی در واکنش دوم رسید. توجه داشته باشید که در شرایط STP، یعنی دمای $۰^\circ C$ و فشار ۱atm، آب به حالت گاز نیست!

$$(C_{۵۷}H_{۱۰۴}O_۶ + ۳H_۲O \rightarrow C_۳H_۸O_۳ + ۳C_{۱۸}H_{۳۴}O_۲) \times ۲$$

$$\Rightarrow ۲C_{۵۷}H_{۱۰۴}O_۶ + ۶H_۲O \rightarrow ۲C_۳H_۸O_۳ + ۶C_{۱۸}H_{۳۴}O_۲$$

$$(۲C_{۱۸}H_{۳۴}O_۲ + ۵۱O_۲ \rightarrow ۳۶CO_۲ + ۳۴H_۲O) \times ۳$$

$$\Rightarrow ۶C_{۱۸}H_{۳۴}O_۲ + ۱۵۳O_۲ \Rightarrow ۱۰۸CO_۲ + ۱۰۲H_۲O$$

پس به ازای مصرف ۲ مول $C_{۵۷}H_{۱۰۴}O_۶$، در نهایت، ۱۰۸ مول $CO_۲$ تولید می‌شود.

در قدم آخر، با نوشتن روابط استوکیومتری میان $C_{۵۷}H_{۱۰۴}O_۶$ و $CO_۲$، حجم گاز $CO_۲$ را به دست می‌آوریم.

استفاده از کسر تبدیل:

$$\text{L } CO_۲ = ۲۲۱\text{g } C_{۵۷}H_{۱۰۴}O_۶ \times \frac{۱\text{mol } C_{۵۷}H_{۱۰۴}O_۶}{۸۸۴\text{g } C_{۵۷}H_{۱۰۴}O_۶} \times \frac{۵۴\text{mol } CO_۲}{۱\text{mol } C_{۵۷}H_{۱۰۴}O_۶} \times \frac{۲۲/۴\text{L } CO_۲}{۱\text{mol } CO_۲} = ۳۰۲/۴\text{L}$$

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۶۳ پاسخ خیلی تشریحی *بیایید برای حل این تست، از آخر به اول بریم.* تفاوت غلظت تعادلی اسیدهای یونش‌نیافته، یعنی تفاوت غلظت تعادلی $[HA]$ و $[HB]$.

$$[HA]=M_A-[H^+]_A \quad , \quad [HB]=M_B-[H^+]_B$$

$$\Rightarrow \text{تفاوت غلظت تعادلی اسیدهای یونش‌نیافته}=[HA]-[HB]=M_A-[H^+]_A-(M_B-[H^+]_B)$$

ارتباط بین غلظت M_A و M_B را که داریم. غلظت HA دو برابر غلظت HB است:

$$M_A=۲M_B$$

پس می‌ماند ارتباط بین $[H^+]_A$ و $[H^+]_B$. برای پی‌بردن به این ارتباط، از نسبت غلظت $(M_A=۲M_B)$ و نسبت درجهٔ یونش $(\alpha_B=۲\alpha_A)$ استفاده می‌کنیم:

$$\frac{[H^+]_A}{[H^+]_B}=\frac{\alpha_A M_A}{\alpha_B M_B}=\frac{\alpha_A\times(۲M_B)}{(۲\alpha_A)\times M_B}=۱$$

بنابراین در این شرایط معین، $[H^+]_A$ برابر با $[H^+]_B$ است.

حالا می‌توانیم تفاوت غلظت تعادلی اسیدهای یونش‌نیافته را حساب کنیم:

$$[HA]-[HB]=M_A-[H^+]_A-(M_B-[H^+]_B)=۲M_B-[H^+]_A-M_B+[H^+]_B=M_B$$

اما *طراح محترم*، نسبت این مقدار را به $[H^+]_A$ خواسته است. می‌دانیم که $[H^+]_A=\alpha_A M_A$، بنابراین نسبت خواسته‌شده به صورت زیر درمی‌آید:

$$\frac{\text{تفاوت غلظت تعادلی اسیدهای یونش‌نیافته}}{\text{غلظت یون هیدرونیوم در محلول HA}}=\frac{M_B}{[H^+]_A}=\frac{M_B}{\alpha_A M_A}=\frac{M_B}{\alpha_A(۲M_B)}$$

$$=\frac{۱}{۲\alpha_A}=\frac{۱}{۲\times ۰/۰۴}=\frac{۱}{۰/۰۸}=\frac{۱۰۰}{۸}=۱۲/۵$$

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۲۶۴ پاسخ خیلی تشریحی در هنگام تعادل، سرعت واکنش‌های رفت و برگشت با هم برابر است، اما الزاماً سرعت مصرف واکنش‌دهنده(ها) و تولید فراورده(ها) با هم برابر نیست! سرعت واکنش‌های رفت یا برگشت از تقسیم سرعت تولید یا مصرف مواد شرکت‌کننده در واکنش بر ضریب استوکیومتری آن‌ها به دست می‌آید؛ مثلاً در واکنش تعادلی $A(g)\rightleftharpoons ۲B(g)$، ضرایب استوکیومتری مواد با هم برابر نیست؛ بنابراین خواهیم داشت:

$$\text{تعادل} \Rightarrow \bar{R}(\text{رفت})=\bar{R}(\text{برگشت})$$

$$\bar{R}(\text{رفت})=\frac{\bar{R}(\text{A مصرف})}{۱}=\frac{\bar{R}(\text{B تولید})}{۲}$$

$$\bar{R}(\text{برگشت})=\frac{\bar{R}(\text{B مصرف})}{۲}=\frac{\bar{R}(\text{A تولید})}{۱}$$

$$\Rightarrow \text{در لحظهٔ تعادل:} \quad \frac{\bar{R}\ (\text{A مصرف یا تولید})}{۱}=\frac{\bar{R}(\text{B مصرف یا تولید})}{۲}$$

بنابراین، در هنگام تعادل، با وجود برابربودن سرعت‌های رفت و برگشت، سرعت تولید یا مصرف B، دو برابر سرعت مصرف یا تولید A است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): اگر واکنش‌های برگشت‌پذیر در شرایط مناسبی انجام شوند، سرانجام لحظه‌ای فرا می‌رسد که سرعت واکنش رفت و برگشت برابر می‌شود و غلظت یا مقدار واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها ثابت می‌ماند. در این حالت می‌گوییم واکنش به تعادل رسیده است.

گزینهٔ (۲): *کاملاً درسته!* در هنگام تعادل، مقدار یا غلظت واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها لزوماً با هم برابر نیست و می‌تونه برابر باشه یا حتی برابر نباشه، اما *اون چیزی که مهمه اینه که* غلظت مواد ثابت می‌ماند.

گزینهٔ (۴): اگر مقدار واکنش‌دهنده‌ای به صفر برسد، یعنی عملاً واکنش‌دهنده‌ای باقی نمی‌ماند که تبدیل به فراورده شود و واکنش کامل و متوقف می‌شود. دقت کنید که در واکنش‌های تعادلی غلظت واکنش‌دهنده‌ها به هیچ عنوان صفر نمی‌شود!

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۶۵ **پاسخ خیلی تشریحی** ✔ عبارت‌های «الف» و «پ» درست‌اند.

بررسی عبارت‌ها:

الف) ثابت یونش اسیدها مانند هر ثابت تعادل دیگری فقط و فقط به دما بستگی دارد و با تغییر مقدار اولیهٔ واکنش‌دهنده‌ها و ... تغییری نمی‌کند. به عبارت دیگر می‌توان گفت که ثابت تعادل در دمای ثابت برای هر تعادل، مقداری ثابت است.

ب) در دمای معین، هر چه ثابت یونش اسیدی بزرگ‌تر باشد، آن اسید قوی‌تر است. به عبارت دیگر در دمای معین، هر چه ثابت یونش اسیدی بزرگ‌تر باشد آن اسید بیشتر یونیده شده است؛ اما برای بررسی و مقایسهٔ غلظت یون هیدرونیوم (میزان اسیدی‌بودن محلول) باید دما و غلظت اولیهٔ یکسان باشد، ولی در این عبارت صحبتی از غلظت اولیهٔ نشده است؛ یعنی ممکن است غلظت اولیهٔ یک اسید ضعیف‌تر زیاد باشد و باعث شود که محلول آن اسیدی‌تر باشد (غلظت یون هیدرونیوم در آن بیشتر باشد).

پ) آنیون حاصل از اسیدهای ضعیف‌تر به خوبی با یون هیدرونیوم (H^+) واکنش می‌دهد؛ زیرا یونش اسیدهای ضعیف‌تر (واکنش رفت) به سختی انجام می‌شود و تعداد کمی یونش می‌یابند، اما واکنش برگشت آن به راحتی انجام می‌شود و آنیون حاصل از اسید ضعیف‌تر تمایل بسیار زیادی برای جذب کاتیون موجود در محلول (یون هیدرونیوم) را دارد.

ت) ملاک خاصیت اسیدی، غلظت یون هیدرونیوم (H^+) و در نتیجه pH محلول است. می‌دانیم که طبق رابطهٔ زیر، دو عامل غلظت مولار اسید (M) و قدرت اسید (که رابطهٔ مستقیمی با درجهٔ یونش (α) دارد) در تعیین خاصیت اسیدی نقش دارند:

$$M \times \alpha = [H^+] = ۱۰^{-pH}$$

در این عبارت، به غلظت‌های یکسان هر اسید اشاره شده، اما به دمای آن که تأثیر بسیار مهمی روی قدرت اسیدی دارد، اشاره نشده است، بنابراین نمی‌توانیم مقایسه کنیم! اما اگر به جای عبارت «غلظت‌های یکسان» از شرایط یکسان یا غلظت و دمای برابر استفاده می‌شد، می‌توانستیم این عبارت را درست در نظر بگیریم!

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۲۶۶ **پاسخ خیلی تشریحی** ✔ عبارت‌های اول، سوم و چهارم درست هستند.

بررسی عبارت‌ها:

- درسته! اسیدها و بازهای قوی، ثابت یونش بزرگی دارند و جزء الکترولیت‌های قوی محسوب می‌شوند.
- اغلب اسیدها و بازهایی که در زندگی روزانه با آن‌ها *سروکار داریم*، ضعیف هستند، زیرا خوراکی‌ها و داروها و همچنین بسیاری از پاک‌کننده‌های مختلفی که ما مصرف می‌کنیم، حاوی این مواد هستند.
- هیدرویدیک اسید $(HI(aq))$ یک اسید قوی است که به طور کامل یونش می‌یابد و در محلول ۰/۱ مولار آن، غلظت یون هیدرونیوم (H^+) و یون یدید (I^-) نیز ۰/۱ مولار است:

$$HI(aq) \rightarrow H^+(aq) + I^-(aq)$$

$$[H^+] = [I^-] = M = ۰/۱ mol.L^{-۱}$$

- هیدروسیانیک اسید، یک اسید ضعیف است و مقدار ثابت یونش بسیار کوچکی دارد؛ بنابراین غلظت H^+ و CN^- در محلول آن، بسیار کم‌تر از غلظت اولیهٔ اسید (۰/۰۱ مولار) است:

$$[H^+] = [CN^-] = M\alpha$$

$$[HCN] = M - M\alpha = (۱ - \alpha) \times M$$

از آن‌جا که در این اسید خیلی ضعیف، مقدار α بسیار کم است در محلول HCN ، رابطهٔ زیر را داریم:

$$[HCN] > [H^+] = [CN^-]$$

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۶۷

توجه: اگر مقدار α (درجهٔ یونش) کم‌تر از ۰/۰۵ باشد، یعنی اسید ضعیف باشد و یا صورت سؤال بر تقریبی‌بودن جواب تأکید داشته باشد، می‌توان با دقت قابل قبولی در عبارت «$۱-\alpha$» از α صرف‌نظر کرد و «$۱-\alpha$» را با تقریب خوبی برابر ۱ در نظر گرفت؛ بنابراین روابط نوشته‌شده به این صورت خواهد شد:

$$K_a = M.\alpha^۲$$
$$[H^+] = \sqrt{K_a.M}$$

معمولاً برای اسیدهایی با K_a کوچک‌تر از $۱۰^{-۵}$ با *قیال رامت!* می‌توان از رابطهٔ تقریبی گفته‌شده استفاده کرد.

پاسخ خیلی تشریحی ✔ ابتدا باید غلظت اولیهٔ اسید (M) را حساب کنیم:

$$M = \frac{\text{مول}}{\text{حجم محلول}} \xrightarrow{\text{شرایط STP}} M = \frac{\frac{\text{حجم گاز برحسب لیتر}}{۲۲/۴}}{\text{حجم محلول}} = \frac{\frac{۵/۶}{۲۲/۴}}{۰/۵} = \frac{۰/۲۵}{۰/۵} = ۰/۵\,mol.L^{-۱}$$

پس با استفاده از درجهٔ یونش (α) هیدروسیانیک اسید در شرایط فرض‌شده و غلظت اولیهٔ اسید (M)، می‌توانیم با توجه به این‌که این اسید ضعیف $(\alpha < ۰/۰۵)$ و $K_a < ۱۰^{-۵}$ است، مقدار ثابت یونش هیدروسیانیک اسید را به دست آوریم:

$$\xrightarrow{\alpha<۰/۰۵\,,\,K_a<۱۰^{-۵}} K_a = M\alpha^۲ = ۰/۵\times(۳\times۱۰^{-۵})^۲ = ۴/۵\times۱۰^{-۱۰}$$

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۲۶۸

پاسخ خیلی تشریحی ✔ معادلهٔ کلی واکنش انجام‌شده در دو ظرف را می‌توان به صورت $Mg + ۲HA \rightarrow MgA_۲ + H_۲$ نشان داد.

نکته *هواستون باشه که* اگر حجم و غلظت محلول اسیدها و جرم نوارهای منیزیم مشابه باشد، در نهایت (پایان واکنش) حجم گاز آزاد شده در هر دو ظرف برابر خواهد بود، زیرا معادلهٔ کلی واکنش انجام‌شده در هر دو ظرف، کاملاً مشابه $(Mg + ۲HA \rightarrow MgA_۲ + H_۲)$ است و مثلاً می‌توان گفت به ازای مصرف ۱ مول منیزیم یا دو مول اسید ۱ مول $H_۲$ تولید می‌شود.

از آن‌جا که جرم نوار منیزیم در ظرف (الف) دو برابر ظرف (ب) بوده و حجم و غلظت اسیدها در دو ظرف با هم برابر است؛ در نتیجه در پایان واکنش، جرم و حجم گاز تولید شده در ظرف (الف)، دو برابر ظرف (ب) می‌باشد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه‌های (۱) و (۲): سرعت واکنش فلزها با محلول اسیدها به غلظت یون هیدرونیوم موجود در محلول بستگی دارد. با غلظت برابر، هر چه اسید قوی‌تر باشد، سرعت واکنش آن با فلز بیشتر خواهد بود. در این‌جا سرعت تولید گاز در محلول (الف) بیشتر است؛ بنابراین اسید موجود در محلول (الف) نسبت به محلول (ب) قدرت اسیدی و K_a بیشتری دارد و غلظت یون H^+ در محلول آن بیشتر است. *اما هواستون باشه* که لزوماً نمی‌توان گفت که K_a اسید موجود در ظرف (الف)، دو برابر ظرف (ب) است. به عنوان مثال اگر اسید موجود در ظرف (الف)، هیدروکلریک اسید (HCl) و اسید موجود در ظرف (ب)، هیدروفلوئوریک (HF) باشد، K_a اسید موجود در ظرف (الف)، چندین و چند ده برابر اسید موجود در ظرف (ب) می‌باشد!

گزینهٔ (۴): سرعت تولید گاز $H_۲$ در ظرف (الف) بیشتر است؛ در نتیجه اسید موجود در این ظرف، قدرت اسیدی بیشتری داشته و غلظت یون H^+ در محلول آن بیشتر است. از آن‌جا که غلظت اسید در محلول موجود در دو ظرف (الف) و (ب) یکسان است، با توجه به رابطهٔ $[H^+] = M\alpha$ می‌توان گفت که درجهٔ یونش اسید موجود در ظرف (الف) در شرایط یکسان، بیشتر از اسید موجود در ظرف (ب) است.

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۶۹ **پاسخ خیلی تشریحی** ✔ معادلهٔ یونش کربنیک اسید به صورت زیر است:

$$H_2CO_3(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + HCO_3^-(aq)$$

با توجه به این‌که در محلول این اسید، غلظت تعادلی یون‌های H^+ و HCO_3^- با هم برابر است، در نتیجه می‌توان گفت:

$$[HCO_3^-] = [H^+] = 3\times10^{-4}\,mol.L^{-1}$$

بدین ترتیب می‌توانیم با استفاده از غلظت‌های تعادلی یون‌های H^+ و HCO_3^- و هم‌چنین غلظت تعادلی H_2CO_3 در محلول ثابت یونش کربنیک اسید را در دمای مورد نظر محاسبه کنیم:

$$K_a = \frac{[H^+][HCO_3^-]}{[H_2CO_3]} = \frac{[3\times10^{-4}]^2}{2\times10^{-1}} = \frac{9\times10^{-8}}{2\times10^{-1}} = 4/5\times10^{-7}\,mol.L^{-1}$$

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۲۷۰ **پاسخ خیلی تشریحی** ✔ در هر دمایی، غلظت این دو یون در آب خالص برابر است ولی فقط در دمای اتاق (دمای $25^\circ C$)، غلظت هر یک از این دو یون برابر $10^{-7}\,mol.L^{-1}$ است.

$$[H_3O^+] = [OH^-] = \sqrt{10^{-14}} = 10^{-7}\,mol.L^{-1}$$

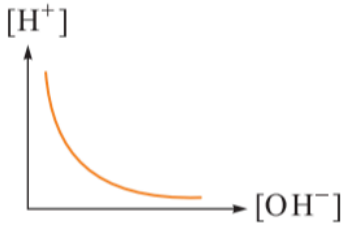
بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): pH خون انسان حدود ۷/۴ است که یک محدودهٔ بازی می‌باشد.

گزینهٔ (۲):

pH کاغذ:
- تغییر رنگ کاغذ pH معیاری برای تشخیص **اسیدی یا بازی بودن** محلول‌هاست.
- به کمک رنگی که کاغذ pH در یک محلول به خود می‌گیرد، می‌توان **pH تقریبی (نه دقیق!)** آن محلول را تعیین کرد.
- رنگ کاغذ pH در محلول‌های اسیدی به رنگ قرمز، در محلول‌های خنثی به رنگ **زرد** و در محلول‌های بازی به رنگ **آبی تیره (بنفش)** است.

گزینهٔ (۴):



$$(25^\circ C)\ \text{در دمای اتاق} \Rightarrow [H^+][OH^-] = 1\times10^{-14} \Rightarrow [H^+] = \frac{1\times10^{-14}}{[OH^-]} \Rightarrow \begin{cases} \downarrow [H^+] \Rightarrow \uparrow [OH^-] \\ \uparrow [H^+] \Rightarrow \downarrow [OH^-] \end{cases}$$

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۷۱ پاسخ خیلی تشریحی

گام اول: هیدروبرمیک اسید (HBr)، یک اسید قوی تک‌پروتون‌دار است که ابتدا باید معادلهٔ یونش آن در آب را بنویسیم:

$$HBr(aq) \rightarrow H^+(aq) + Br^-(aq)$$

غلظت یون‌های H^+ و Br^- در محلول این اسید یکسان و برابر با غلظت اولیه اسید است.

گام دوم: با توجه به pH هر یک از محلول‌ها، غلظت یون H^+ و در نتیجه غلظت یون Br^- را در آن‌ها محاسبه می‌کنیم:

$$pH = ۱/۴ \rightarrow [H^+] = ۱۰^{-pH} = ۱۰^{-۱/۴} = ۱۰^{۰/۶} \times ۱۰^{-۲} = (۱۰^{۰/۳})^۲ \times ۱۰^{-۲} = ۴ \times ۱۰^{-۲}\, mol.L^{-۱}$$

$$\rightarrow [Br^-] = ۴ \times ۱۰^{-۲}\, mol.L^{-۱}$$

$$pH = ۱/۷ \rightarrow [H^+] = ۱۰^{-pH} = ۱۰^{-۱/۷} = ۱۰^{۰/۳} \times ۱۰^{-۲} = ۲ \times ۱۰^{-۲}\, mol.L^{-۱}$$

$$\rightarrow [Br^-] = ۲ \times ۱۰^{-۲}\, mol.L^{-۱}$$

گام سوم: غلظت یون Br^- در محلول نهایی با حجم $(a+b)$ میلی‌لیتر، باید بین ۰/۰۲ و ۰/۰۴ باشد، بر این اساس می‌توانیم بازهٔ قابل قبول برای حجم محلول نهایی را بیابیم:

$$\text{غلظت یون } Br^- \text{ در محلول نهایی} = ۰/۰۲\, mol.L^{-۱} \Rightarrow ۰/۰۲ = \frac{\text{مول } Br^-}{\text{حجم محلول}} = \frac{۰/۰۶}{a+b}$$

$$\Rightarrow a+b = \frac{۰/۰۶}{۰/۰۲} = ۳\,L \times \frac{۱۰^۳\, mL}{۱\,L} = ۳۰۰۰\, mL$$

$$\text{غلظت یون } Br^- \text{ در محلول نهایی} = ۰/۰۴\, mol.L^{-۱} \Rightarrow ۰/۰۴ = \frac{\text{مول } Br^-}{\text{حجم محلول}} = \frac{۰/۰۶}{a+b}$$

$$\Rightarrow a+b = \frac{۰/۰۶}{۰/۰۴} = ۱/۵\,L \times \frac{۱۰^۳\, mL}{۱\,L} = ۱۵۰۰\, mL$$

بنابراین حجم محلول نهایی می‌تواند بین $۱۵۰۰ < a+b < ۳۰۰۰$ میلی‌لیتر باشد که از میان گزینه‌ها، فقط گزینهٔ (۴) در این بازه قرار دارد.

$$\text{غلظت یون } Br^- = ۰/۰۴\, mol.L^{-۱} \quad \text{حجم محلول } (a+b) = ۱۵۰۰\, mL \quad \xleftrightarrow[۱۵۰۰\,mL < a+b < ۳۰۰۰\,mL]{} \quad \text{غلظت یون } Br^- = ۰/۰۲\, mol.L^{-۱} \quad \text{حجم محلول } (a+b) = ۳۰۰۰\, mL$$

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۷۲ **پاسخ خیلی تشریحی** ✔

گام اول: در محلول استیک اسید (محلول ۲)، ۷ ذرهٔ یونیده‌نشده (مولکول CH_3COOH) وجود دارد و ۲ ذره نیز یونیده شده است (به یون‌های H^+ و CH_3COO^-)، در نتیجه غلظت اولیهٔ (M) و درجهٔ یونش (α) این محلول به همراه غلظت یون H^+ در آن را می‌توانیم به صورت زیر محاسبه کنیم:

$$M = \frac{\text{مول}}{\text{حجم}} = \frac{۹\times ۰/۰۱۵}{۳۱۵\times ۱۰^{-۳}} = \frac{۱۳۵}{۳۱۵} = \frac{۳}{۷}\ mol.L^{-۱}$$

$$\alpha = \frac{\text{شمار مولکول‌های یونیده‌شده}}{\text{شمار کل مولکول‌های حل‌شده}} = \frac{۲}{۹}$$

$$\Rightarrow [H^+] = M\alpha = \frac{۳}{۷}\times\frac{۲}{۹} = \frac{۲}{۲۱}$$

در محلول هیدروکلریک اسید (محلول ۱)، هر ۷ ذره یونیده شده‌اند (به یون‌های H^+ و Cl^-)؛ در نتیجه درجهٔ یونش این اسید قوی برابر $\alpha = ۱$ است و غلظت اولیهٔ (M) این محلول به همراه غلظت یون H^+ را می‌توانیم به صورت زیر محاسبه کنیم:

$$M = \frac{\text{مول}}{\text{حجم}} = \frac{۷\times ۰/۰۱۵}{۳۱۵\times ۱۰^{-۳}} = \frac{۱}{۳}\ mol.L^{-۱}\ ,\ \alpha = ۱$$

$$\Rightarrow [H^+] = M\alpha = \frac{۱}{۳}\ mol.L^{-۱}$$

گام دوم: pH هر یک از این محلول‌ها و تفاوت pH آن‌ها را *مساب کتاب* می‌کنیم:

$$pH = -\log[H^+]$$

محلول استیک اسید: $\Rightarrow pH = -\log\frac{۲}{۲۱} = \log ۲۱ - \log ۲ = \underbrace{\log ۳}_{۰/۵} + \underbrace{\log ۷}_{۰/۸۵} - \underbrace{\log ۲}_{۰/۳} = ۱/۰۵$

محلول هیدروکلریک اسید: $\Rightarrow pH = -\log\frac{۱}{۳} = \log ۳ = ۰/۵$

تفاوت pH در محلول برابر است با:

$$\Delta pH = ۱/۰۵ - ۰/۵ = ۰/۵۵$$

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۷۳ پاسخ خیلی تشریحی ✔ فقط عبارت سوم به یقین درست است.

بررسی عبارت‌ها:

- HX، یک اسید قوی و HY، یک اسید ضعیف است؛ در نتیجه برای این‌که pH دو محلول با هم برابر باشد، باید غلظت مولی محلول HX کم‌تر از محلول HY باشد. حال برای مقایسهٔ شمار مول‌های آغازی دو اسید برای تشکیل دو محلول، باید به حجم محلول نیز توجه داشته باشیم! ممکن است شمار مول‌های آغازی دو اسید HY و HX با هم برابر، اما حجم محلول HY کم‌تر باشد و در نتیجه غلظت مولی محلول HY بیشتر می‌شود.
- اگر غلظت محلول اسید HX برابر $۰/۱ mol.L^{-۱}$ باشد، چون این اسید قوی و تک‌پروتون‌دار است؛ در نتیجه غلظت یون H^+ نیز در این محلول برابر $۰/۱ mol.L^{-۱}$است و به دلیل pH یکسان دو اسید، غلظت یون H^+ در محلول اسید ضعیف HY نیز برابر $۰/۱ mol.L^{-۱}$ خواهد بود. در محلول اسید ضعیف HY داریم: $[H^+] = M\alpha$

بنابراین غلظت اسید HY در محلول آن، به درجهٔ یونش آن در این شرایط بستگی دارد و لزوماً عدد مشخصی را نمی‌توان بدون دانستن درجهٔ یونش (α)، برای آن در نظر گرفت.

- سرعت واکنش فلزها با محلول اسیدها به غلظت یون هیدرونیوم موجود در محلول بستگی دارد و از آن‌جا که pH دو محلول و در نتیجه، غلظت یون H^+ در آن‌ها برابر است، می‌توان گفت که در شرایط یکسان، سرعت واکنش نوار منیزیم با محلول دو اسید HX و HY برابر می‌باشد.
- رسانایی الکتریکی محلول، به غلظت یون‌های موجود در آن بستگی دارد، به طوری که هر چه مجموع غلظت یون‌های موجود در یک محلول بیشتر باشد، رسانایی الکتریکی آن محلول بیشتر است. از آن‌جا که pH محلول‌های دو اسید با هم برابر است، می‌توان گفت که غلظت یون H^+ و در نتیجه غلظت آنیون‌ها (Y^-, X^-) نیز در دو محلول یکسان است؛ بنابراین حتی اگر حجم دو محلول متفاوت باشد، رسانایی الکتریکی آن‌ها یکسان خواهد بود.

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۷۴ پاسخ خیلی تشریحی ✔ **گام اول:** با توجه به pH محلول نیترو اسید، غلظت یون H^+ را در این محلول حساب می‌کنیم که برابر با غلظت یون NO_2^- است:

$$pH = -\log[H^+] \Rightarrow [H^+] = 10^{-pH} = 10^{-2/15} = 10^{0/85} \times 10^{-3} = 7 \times 10^{-3}\ mol.L^{-1}$$

$$\Rightarrow [H^+] = [NO_2^-] = 7 \times 10^{-3}\ mol.L^{-1}$$

گام دوم: با استفاده از رابطهٔ ثابت یونش نیترو اسید، غلظت تعادلی HNO_2 را در این محلول به دست می‌آوریم:

$$K_a = \frac{[H^+][NO_2^-]}{[HNO_2]} \xrightarrow{[H^+]=[NO_2^-]} 4/9 \times 10^{-4} = \frac{[7 \times 10^{-3}]^2}{[HNO_2]} = \frac{49 \times 10^{-6}}{[HNO_2]}$$

$$\Rightarrow [HNO_2] = 0/1\ mol.L^{-1}$$

گام سوم: غلظت تعادلی فورمیک اسید در محلول آن، نصف غلظت تعادلی نیترو اسید است؛ در نتیجه می‌توانیم با استفاده از غلظت تعادلی فورمیک اسید و ثابت یونش این اسید در محلول آن، غلظت تعادلی آنیون $HCOO^-$ را در آن حساب کنیم:

$$[HCOOH] = \frac{[HNO_2]}{2} = \frac{0/1}{2} = 0/05\ mol.L^{-1}$$

$$K_a = \frac{[H^+][HCOO^-]}{[HCOOH]} \xrightarrow{[H^+]=[HCOO^-]} 1/8 \times 10^{-4} = \frac{[HCOO^-]^2}{0/05}$$

$$\Rightarrow [HCOO^-]^2 = 9 \times 10^{-6}$$

$$\Rightarrow [HCOO^-] = 3 \times 10^{-3}\ mol.L^{-1}$$

گام چهارم: جرم آنیون‌های NO_2^- و $HCOO^-$ را در محلول‌هایشان و هم‌چنین تفاوت جرم آن‌ها را به دست می‌آوریم:

$$g\ NO_2^- = 7 \times 10^{-3} \frac{mol\ NO_2^-}{1L\ محلول} \times 1L \times \frac{46\ g\ NO_2^-}{1\ mol\ NO_2^-} = 0/322\ g\ NO_2^-$$

$$g\ HCOO^- = 3 \times 10^{-3} \frac{mol\ HCOO^-}{1L\ محلول} \times 1L \times \frac{45\ g\ HCOO^-}{1\ mol\ HCOO^-} = 0/135\ g\ HCOO^-$$

در نهایت تفاوت جرم آنیون‌ها در دو محلول برابر است با:

$$0/322 - 0/135 = 0/187\ g$$

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۲۷۵ پاسخ خیلی تشریحی ✔ **گام اول:** هیدروکلریک اسید (HCl)، یک اسید قوی $(\alpha = 1)$ تک‌پروتون‌دار است؛ در نتیجه در محلول این اسید، غلظت یون H^+ برابر با غلظت اولیه اسید است. بدین ترتیب می‌توانیم غلظت یون OH^- را در این محلول محاسبه کنیم:

$$[HCl] = [H^+] = 0/05\ mol.L^{-1} \xrightarrow{[H^+][OH^-]=10^{-14}}$$

$$[OH^-] = \frac{10^{-14}}{[H^+]} = \frac{10^{-14}}{0/05} = 2 \times 10^{-13}\ mol.L^{-1}$$

گام دوم: هیپوکلرو اسید، با توجه به $K_a < 10^{-5}$ یک اسید ضعیف است؛ در نتیجه در محلول این اسید می‌توانیم غلظت یون H^+ را با استفاده از غلظت اولیهٔ اسید و ثابت یونش به صورت زیر محاسبه کنیم:

$$[H^+] = \sqrt{K_a.M} = \sqrt{4/5 \times 10^{-8} \times 0/02} = \sqrt{9 \times 10^{-10}} = 3 \times 10^{-5}\ mol.L^{-1}$$

گام سوم: نسبت خواسته‌شده را محاسبه می‌کنیم:

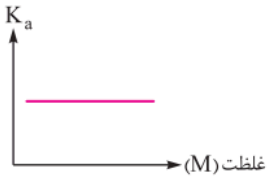
$$\frac{\text{غلظت یون } OH^- \text{ در محلول هیدروکلریک اسید}}{\text{غلظت یون } H^+ \text{ در محلول هیپوکلرو اسید}} = \frac{2 \times 10^{-13}}{3 \times 10^{-5}} = 6/67 \times 10^{-9}$$

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۷۶ پاسخ خیلی تشریحی

K_a مانند هر ثابت تعادل دیگری، تنها تابع دما است و به غلظت بستگی ندارد؛ از این‌رو در دمای معین، مقدار آن ثابت و بدون تغییر خواهد بود.



نکته

از میان عوامل مؤثر بر تعادل، تنها دما است که می‌تواند بر مقدار ثابت تعادل (K) مؤثر باشد:

از آن‌جا که یونش اسیدها در آب **گرماگیر** است، در نتیجه ثابت یونش آن‌ها دارای رابطهٔ مستقیمی با دما بوده و نمودار «ثابت یونش ـ دما» برای آن‌ها صعودی می‌باشد.

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۷۷ پاسخ خیلی تشریحی ✔

اگر pH محلول اسید HB را برابر x در نظر بگیریم، طبق اطلاعات داده‌شده pH محلول HA برابر $x-۱$ خواهد بود؛ هم‌چنین غلظت اولیهٔ محلول HA، ۱۰۰ برابر محلول HB می‌باشد؛ در نتیجه می‌توانیم رابطهٔ بین درجهٔ یونش دو اسید را به صورت زیر حساب کنیم:

$$\text{محلول اسید HA}: [H^+]=۱۰^{-pH} \xrightarrow{[H^+]=M\alpha} M_{HA}\times\alpha_{HA}=۱۰^{-(x-۱)}=۱۰^{۱-x}$$

$$\text{محلول اسید HB}: [H^+]=۱۰^{-pH} \xrightarrow{[H^+]=M\alpha} M_{HB}\times\alpha_{HB}=۱۰^{-x}$$

$$\Rightarrow \frac{۱۰^{۱-x}}{۱۰^{-x}}=\frac{M_{HA}\times\alpha_{HA}}{M_{HB}\times\alpha_{HB}} \Rightarrow \alpha_{HB}=۱۰\alpha_{HA}$$

در نتیجه درجهٔ یونش محلول اسید HB، ۱۰ برابر محلول اسید HA می‌باشد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): نسبت غلظت مولی یون هیدرونیوم ($[H^+]$) در محلول دو اسید برابر است با:

$$\frac{[H^+]_{HA}}{[H^+]_{HB}}=\frac{(۱۰^{-pH})_{HA}}{(۱۰^{-pH})_{HB}}=\frac{۱۰^{۱-x}}{۱۰^{-x}}=۱۰$$

هم‌چنین نسبت ثابت یونش (K_a) محلول دو اسید برابر است با:

$$\frac{(K_a)_{HA}}{(K_a)_{HB}}=\frac{\frac{M_{HA}\times(\alpha_{HA})^۲}{(۱-\alpha_{HA})}}{\frac{M_{HB}\times(\alpha_{HB})^۲}{(۱-\alpha_{HB})}}=\boxed{\frac{M_{HA}}{M_{HB}}\times\left(\frac{\alpha_{HA}}{\alpha_{HB}}\right)^۲}\times\frac{۱-\alpha_{HB}}{۱-\alpha_{HA}}=\frac{۱-\alpha_{HB}}{۱-\alpha_{HA}} \xrightarrow{\alpha_{HA}<\alpha_{HB}} \frac{(K_a)_{HA}}{(K_a)_{HB}}<۱$$

$$\Rightarrow (K_a)_{HA}<(K_a)_{HB}$$

در نتیجه ثابت یونش اسید HB، بیشتر از HA است و *این‌که ثابت یونش اسید HA، ۱۰ برابر اسید HB باشه، غلط اندر غلطه!*

گزینهٔ (۳): با توجه به این‌که درجهٔ یونش اسید HA، $\frac{۱}{۱۰}$ اسید HB است؛ پس *حتماً* اسید HA به صورت ناقص در آب یونش می‌یابد ($\alpha_{HA}<۱$) و اسید ضعیف محسوب می‌شود اما *هواستون باشه* برای آن‌که اسیدی را اسید قوی بنامیم، باید تقریباً به طور کامل یونش یافته و محلول آن را تنها شامل یون‌های آبپوشیده دانست؛ در واقع درجهٔ یونش آن را *صوراً* باید برابر یک در نظر گرفت. در مورد اسید HB، نمی‌توان لزوماً یونش آن را در آب کامل در نظر گرفت و به همین دلیل نمی‌توان آن را لزوماً اسید قوی دانست.

نکته

بازهٔ تغییرات درجهٔ یونش و درصد یونش

- اسیدهای قوی ← $\alpha=۱,\%\alpha=۱۰۰$ ← مثال: HI، HBr، HCl، $HNO_۳$ و...
- اسیدهای ضعیف ← $۰<\alpha<۱,۰<\%\alpha<۱۰۰$ ← مثال: HF، HCN، $H_۲CO_۳$، کربوکسیلیک‌اسیدها و...
- مولکول‌های آلی ← $\alpha=۰,\%\alpha=۰$ ← مثال: اتانول، استون، اتیلن گلیکول و ...

گزینهٔ (۴):

نکته

مقایسهٔ قدرت اسیدی اسیدها

- مقایسهٔ K_a آن‌ها در دمای ثابت ← هر چه K_a بزرگ‌تر، اسید قوی‌تر
- به غلظت محلول و pH آن ربطی ندارد.

مقایسهٔ خاصیت اسیدی محلول اسیدها

- مقایسهٔ pH محلول آن‌ها ← هر چه pH کم‌تر، خاصیت اسیدی محلول بیشتر
- به غلظت محلول و قدرت اسیدی اسید ربط دارد.

با توجه به این‌که ثابت یونش اسید HB، بیشتر از اسید HA است؛ در نتیجه می‌توان گفت که اسید HB، نسبت به HA قوی‌تر است اما چون pH محلول اسید HA کم‌تر از محلول اسید HB می‌باشد؛ بنابراین محلول اسید HA، خاصیت اسیدی بیشتری نسبت به محلول اسید HB دارد و *در واقع محلول اسید HA، اسیدی‌تره!*

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۷۸

Hint ابتدا با توجه به $[H^+]$ در محلول اسیدی، pH این محلول را *به راهتی!* حساب کن. پس با توجه به $[H^+]$ در محلول بازی، این بار، pH را در محلول بازی *به راهتی!* حساب کن و در نهایت نسبت خواسته‌شده را به دست بیاور.

پاسخ خیلی تشریحی ✔

گام اول: pH محلول اسیدی را با توجه به غلظت یون هیدرونیوم ($[H^+]$) در آن محاسبه می‌کنیم:

$$pH = -\log[H^+] = -\log ۲\times ۱۰^{-۵} = ۵ - \log ۲ = ۵ - ۰/۳ = ۴/۷$$

گام دوم: pH محلول بازی را با توجه به غلظت یون هیدرونیوم ($[H^+]$) در آن محاسبه می‌کنیم:

$$pH = -\log[H^+] = -\log ۴\times ۱۰^{-۹} = ۹ - \log ۴ = ۹ - ۰/۶ = ۸/۴$$

گام سوم: نسبت خواسته‌شده را به دست می‌آوریم:

$$\frac{\text{pH محلول اسیدی}}{\text{pH محلول بازی}} = \frac{۴/۷}{۸/۴} = ۰/۵۶$$

تیزبازی از همون اول گزینه‌های (۱) و (۲) *اوت می‌شن!* زیرا pH یک محلول بازی بزرگ‌تر از ۷ و pH یک محلول اسیدی کوچک‌تر از ۷ است؛ در نتیجه نسبت pH یک محلول اسیدی به pH یک محلول بازی، کم‌تر از یک خواهد بود.

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۷۹ **پاسخ خیلی تشریحی** تنها عبارت اول درست است.

بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول:

در شرایط یکسان غلظت و دما در بازها، هر چه بازی، K_b بزرگ‌تری داشته باشد، غلظت یون OH^- در محلول آن بیشتر بوده و در نتیجه pH محلول آن نیز بیشتر است؛ در نتیجه چون ثابت یونش دی‌متیل آمین از دو باز دیگر بیشتر است؛ بنابراین در شرایط یکسان، pH محلول آن بیشتر از محلول دو باز دیگر است.

عبارت دوم: هر چه مجموع غلظت یون‌های موجود در یک محلول بیشتر باشد، رسانایی الکتریکی آن بیشتر است و غلظت اولیهٔ محلول این بازها علاوه بر خاصیت بازی محلول آن‌ها، در رسانایی الکتریکی و غلظت یون‌های موجود در آن‌ها نیز مؤثر است؛ در نتیجه *هواستون باشه که* تنها **در شرایط یکسان از نظر دما و غلظت**، محلول باز با قدرت بازی بیشتر، رسانایی الکتریکی بیشتری خواهد داشت.

بنابراین برای مقایسهٔ رسانایی الکتریکی سه محلول داده‌شده، باید غلظت اولیهٔ آن‌ها نیز داده شود وگرنه ممکن است محلول آمونیاک، با وجود K_b کوچک‌تر نسبت به محلول باز قوی NaOH، به دلیل غلظت بالاتر، pH بزرگ‌تر و رسانایی الکتریکی بیشتری داشته باشد.

عبارت سوم: در غلظت و دمای یکسان از محلول سه باز داده‌شده، بیشترین غلظت یون‌ها (*چه مثبت و چه منفی!*)، مربوط به باز با K_b بزرگ‌تر است؛ در نتیجه بیشترین غلظت کاتیون در غلظت برابر از محلول این سه باز، مربوط به دی‌متیل آمین $((CH_3)_2NH)$ و *اتفاقاً* کم‌ترین آن، مربوط به آمونیاک (NH_3) است.

عبارت چهارم:

نکته

۱) در محلول‌های آبی، مقدار pH با خاصیت اسیدی محلول و غلظت یون هیدرونیوم رابطهٔ عکس و با خاصیت بازی محلول و غلظت یون هیدروکسید رابطهٔ مستقیم دارد، به طوری که هر چه غلظت یون H^+ در یک محلول بیشتر باشد، غلظت OH^- در آن کم‌تر، خاصیت اسیدی محلول بیشتر، خاصیت بازی محلول کم‌تر و در نتیجه pH محلول کم‌تر است.

هر چه خاصیت اسیدی یک محلول بیشتر باشد
- غلظت یون H^+ بیشتر است.
- غلظت یون OH^- کم‌تر است.
- pH محلول کم‌تر است.

هر چه خاصیت بازی یک محلول بیشتر باشد
- غلظت یون H^+ کم‌تر است.
- غلظت یون OH^- بیشتر است.
- pH محلول بیشتر است.

۲) در دو یا چند محلول با غلظت و دمای یکسان از بازهای مختلف، هر چه درجهٔ یونش (α) یا ثابت یونش (K_b) باز موجود در یک محلول بزرگ‌تر باشد، غلظت یون‌های موجود در محلول آن بیشتر است و در نتیجه رسانایی الکتریکی آن محلول بیشتر است. هم‌چنین در این محلول غلظت OH^- بیشتر، غلظت H^+ کم‌تر و در نهایت pH محلول نیز بزرگ‌تر است.

در شرایط یکسان از نظر دما و غلظت برای دو یا چند محلول حاوی بازهای گوناگون ← محلول با خاصیت بازی بالاتر
- حاوی باز قوی است.
  - K_b باز بزرگ‌تر باشد.
  - α باز بیشتر باشد.
- رسانایی الکتریکی بالاتری دارد.
- غلظت OH^- بیشتری دارد. ← غلظت H^+ در آن کم‌تر است.
- pH بیشتری دارد.

توجه: غلظت H^+ و در نتیجه pH محلول‌های اسیدی، هم به قدرت اسید و هم به غلظت محلول بستگی دارد، بنابراین همواره نمی‌توان گفت pH محلول اسید قوی‌تر، کم‌تر است و یا محلول شامل اسید قوی‌تر، خاصیت اسیدی بیشتری دارد؛ زیرا ممکن است غلظت اسید ضعیف‌تر به قدری باشد که pH محلول آن از pH محلول اسید قوی‌تر هم، کم‌تر باشد. این نکته در مورد محلول‌های بازی هم صدق می‌کند.

آله گفتین چه چیزی طبق نکتهٔ بالا، خاصیت بازی محلول رو نشون می‌ده! آفرین! pH محلول به طوری که هر چه بالاتر باشد، آن محلول خاصیت بازی بالاتری دارد. حواستون باشه که بازم مثل رسانایی الکتریکی، pH محلول بازها، علاوه بر قدرت اسیدی، به غلظت محلول هم بستگی دارد؛ در نتیجه مقایسهٔ قدرت بازی صرفاً با استفاده از pH محلول دو یا چند باز، بدون داشتن غلظت اولیهٔ آن‌ها، از *بیخ غلطه!*

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۸۰ پاسخ خیلی تشریحی

گام اول: با توجه به pH محلول دو باز BOH و B′OH، غلظت یون OH^- را در هر یک از آن‌ها حساب می‌کنیم:

محلول BOH: $[H^+]=10^{-pH}=10^{-a} \xrightarrow{[H^+][OH^-]=1\times10^{-14}} [OH^-]=\frac{10^{-14}}{[H^+]}=\frac{10^{-14}}{10^{-a}}=10^{a-14}\ mol.L^{-1}$

محلول B′OH: $[H^+]=10^{-pH}=10^{-a-1} \xrightarrow{[H^+][OH^-]=1\times10^{-14}} [OH^-]=\frac{10^{-14}}{[H^+]}=\frac{10^{-14}}{10^{-a-1}}=10^{a-13}\ mol.L^{-1}$

یه‌جور دیگه از همون رابطهٔ $[H^+][OH^-]=1\times10^{-14}$، می‌توان نتیجه گرفت که در محلول‌های آبی در دمای اتاق رابطهٔ زیر برقرار است:

$$[H^+][OH^-]=1\times10^{-14} \xrightarrow{\text{از دو طرف } -\log \text{ می‌گیریم}} -\log([H^+][OH^-])=-\log10^{-14}$$

$$\Rightarrow -\log[H^+]+(-\log[OH^-])=14 \Rightarrow pH+pOH=14$$

بنابراین در این سؤال، اگر بخواهیم غلظت یون OH^- را در هر یک از محلول‌های دو باز BOH و B′OH *بسازیم*! خواهیم داشت:

محلول BOH: $pOH=14-pH=14-a \Rightarrow [OH^-]=10^{-pOH}=10^{a-14}$

محلول B′OH: $pOH=14-pH=14-(a+1)=13-a \Rightarrow [OH^-]=10^{-pOH}=10^{a-13}$

گام دوم: با استفاده از رابطهٔ $[OH^-]=M\alpha$ که در محلول‌های آبی برقرار است، نسبت غلظت اولیهٔ (M) دو باز BOH و B′OH را محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{[OH^-]_{B'OH}}{[OH^-]_{BOH}}=\frac{M_{B'OH}}{M_{BOH}}\times\frac{\alpha_{B'OH}}{\alpha_{BOH}} \Rightarrow \frac{10^{a-13}}{10^{a-14}}=\frac{M_{B'OH}}{M_{BOH}}\times\frac{0/15\times10^{-2}}{0/06\times10^{-2}} \Rightarrow \frac{M_{B'OH}}{M_{BOH}}=4$$

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۲۸۱ پاسخ خیلی تشریحی

عبارت‌های «الف» و «پ» نادرست‌اند.

بررسی عبارت‌ها:

الف) در اثر این واکنش، اسیدهای چرب (RCOOH) تبدیل به صابون ($RCOO^-Na^+$) می‌شوند که یک **ترکیب یونی** است، نه مولکولی!

ب) $NaHCO_3$، سدیم هیدروژن کربنات یا همون جوش شیرین است. واکنش این ماده با اسید معده *این‌جوریاست*:

$$NaHCO_3(aq)+HCl(aq)\rightarrow NaCl(aq)+CO_2(g)+H_2O(l)$$

همان‌طور که از معادلهٔ واکنش مشخص است، در این واکنش، سه فراورده متفاوت (H_2O، CO_2 و NaCl) تولید می‌شود.

پ) سود سوزآور (NaOH) و پتاس سوزآور (KOH) نمونه‌هایی از بازهای بسیار قوی هستند که خاصیت خورندگی دارند و از آن‌ها می‌توان برای بازکردن لوله‌هایی که با چربی مسدود شده‌اند استفاده کرد! اما در شیشه پاک‌کن، از محلول محتوی آمونیاک که یک باز ضعیف است استفاده می‌شود.

ت) برای بازکردن لوله‌هایی که با مخلوطی از اسیدهای چرب مسدود شده‌اند، می‌توان از محلول غلیظ سدیم هیدروکسید استفاده کرد تا با اسیدهای چرب واکنش دهد و آن را به یک فراوردهٔ محلول در آب تبدیل کند.

$$RCOOH(s)+NaOH(aq)\rightarrow RCOONa(aq)+H_2O(l)$$

توجه: فراوردهٔ واکنش بالا، خود نوعی پاک‌کننده (صابون) است که علاوه بر این‌که در آب حل می‌شود، می‌تواند سبب پخش‌شدن چربی‌های اضافی در آب شود.

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۸۲

Hint ابتدا با توجه به جرم $Mg(OH)_2$ موجود در این ضداسید، محاسبه کن چه مقدار از اسید HCl اولیه با $Mg(OH)_2$ خنثی شده و چه مقدار از آن باقی می‌ماند که آن مقدار باقی‌مانده با $Al(OH)_3$ به طور کامل خنثی می‌شود و بر این اساس می‌توان جرم $Al(OH)_3$ و اختلاف جرم آلومینیم هیدروکسید و منیزیم هیدروکسید موجود در شربت را به دست آورد!

پاسخ خیلی تشریحی **گام اول:** معادلهٔ واکنش‌های انجام‌شده را موازنه می‌کنیم:

$$Mg(OH)_2(s) + 2HCl(aq) \rightarrow MgCl_2(aq) + 2H_2O(l)$$

$$Al(OH)_3(s) + 3HCl(aq) \rightarrow AlCl_3(aq) + 3H_2O(l)$$

گام دوم: با توجه به جرم منیزیم هیدروکسید $(Mg(OH)_2)$ موجود در شربت، محاسبه می‌کنیم چند مول از اسید HCl اولیه با $Mg(OH)_2$ واکنش داده و خنثی می‌شود:

$$\frac{\text{جرم}}{\underbrace{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب}}_{Mg(OH)_2}} = \frac{\text{مول}}{\underbrace{\text{ضریب}}_{HCl}} \Rightarrow \frac{1/16\times10^{-3}}{1\times58} = \frac{x}{2} \Rightarrow x = \frac{2\times \cancel{1/16}^{1}\times10^{-3}}{\cancel{58}^{50}} = 4\times10^{-5}\,molHCl$$

یه‌جور دیگه شمار مول‌های HCl که به طور کامل با $Mg(OH)_2$ موجود در شربت خنثی می‌شود رو می‌شه بدون استفاده از معادلهٔ واکنش هم حساب کتاب کرد:

$$n_a \cdot M_a \cdot V_a = n_b \cdot M_b \cdot V_b \Rightarrow 1\times \underbrace{M_a\times V_a}_{\text{شمار مول‌های اسیدی}} = 2\times \frac{\cancel{1/16\times10^{-3}}^{1}}{\cancel{58}} \times \cancel{50}$$

(زیر n_a: ظرفیت اسید، زیر M_a: غلظت اسید، زیر V_a: حجم اسید، زیر n_b: ظرفیت باز، زیر M_b: غلظت باز، زیر V_b: حجم باز)

$$\Rightarrow \text{شمار مول‌های اسید} = 4\times10^{-5}\,molHCl$$

گام سوم: شمار مول‌هایی از اسید اولیه که با $Al(OH)_3$ خنثی می‌شود را به دست می‌آوریم:

$$\text{غلظت مولی اولیهٔ HCl} = [H^+] = 10^{-1/7} = 10^{0/3}\times10^{-2} = 0/02\ mol.L^{-1}$$

$$\text{تعداد مول اولیهٔ HCl} = 9/5\ mL \times \frac{1L}{10^3\ mL} \times \frac{0/02\,molHCl}{1L} = 19\times10^{-5}\,molHCl$$

$$\text{تعداد مول HCl خنثی‌شده با } Al(OH)_3 = 19\times10^{-5} - 4\times10^{-5} = 15\times10^{-5}\,molHCl$$

گام چهارم: با توجه به شمار مول‌های HCl ای که با $Al(OH)_3$ واکنش داده و خنثی می‌شود، جرم $Al(OH)_3$ شرکت‌کننده در این واکنش را به دست می‌آوریم:

$$\frac{\text{جرم}}{\underbrace{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب}}_{Al(OH)_3}} = \frac{\text{مول}}{\underbrace{\text{ضریب}}_{HCl}} \Rightarrow \frac{x}{1\times78} = \frac{15\times10^{-5}}{3}$$

$$\Rightarrow x = \frac{\cancel{78}^{26}\times15\times10^{-5}}{\cancel{3}^{1}} = 390\times10^{-5}\,g \times \frac{10^3\,mg}{1g} = 3/90\ mgAl(OH)_3$$

یه‌جور دیگه *بازم!* جرم $Al(OH)_3$ موجود در شربت را بدون استفاده از معادلهٔ واکنش، می‌شه حسابید:

$$n_a \cdot M_a \cdot V_a = n_b \cdot M_b \cdot V_b \Rightarrow 1\times \underbrace{M_a\times V_a}_{\text{شمار مول‌های اسید}} = 3\times\frac{\frac{x}{78}}{50}\times\cancel{50}$$

($M_a\times V_a = 15\times10^{-5}$)

(زیر n_a: ظرفیت اسید، زیر M_a: غلظت اسید، زیر V_a: حجم اسید، زیر n_b: ظرفیت باز، زیر M_b: غلظت باز، زیر V_b: حجم باز)

$$\Rightarrow x = 26\times15\times10^{-5}\,g\times\frac{10^3\,mg}{1g} = 3/90\ mgAl(OH)_3$$

گام پنجم: اختلاف جرم $Al(OH)_3$ و $Mg(OH)_2$ موجود در شربت را محاسبه کنیم:

$$3/90 - 1/16 = 2/74$$

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۸۳ **پاسخ خیلی تشریحی** ✔

نام مادهٔ $NaHCO_3$، سدیم هیدروژن کربنات یا همون جوش شیرین است. یک مول جوش شیرین، یک مول اسید معده را خنثی می‌کند.

توجه: با توجه به این‌که جوش شیرین یک ضداسید است، می‌توان گفت محلول این ماده خاصیت بازی دارد، به همین دلیل برای افزایش قدرت پاک‌کنندگی شوینده‌ها، به آن‌ها جوش شیرین اضافه می‌کنند، زیرا این مادهٔ بازی می‌تواند با چربی‌ها واکنش داده و صابون تولید کند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): اگر $[H^+]$ در شیرهٔ معده برابر $۰/۰۳ mol.L^{-۱}$ باشد، pH برابر است با:

$$۰/۰۳ mol.L^{-۱} \Rightarrow pH = -\log[H^+] = -\log ۰/۰۳ = -\log(۳\times ۱۰^{-۲}) = ۲ - \log ۳ = ۲ - ۰/۴۸ = ۱/۵۲$$

گزینهٔ (۲): در زمان استراحت معده که غذا در آن وجود ندارد، pH معده برابر ۳/۷ است. از این‌رو غلظت یون هیدرونیوم در آن برابر است با:

$$[H^+] = ۱۰^{-pH} = ۱۰^{-۳/۷} = ۱۰^{۰/۳} \times ۱۰^{-۴} = ۲\times ۱۰^{-۴} mol.L^{-۱}$$

گزینهٔ (۴): *متن کتاب به این زودی یادت رفته؟!* برای افزایش قدرت پاک‌کردن چربی‌ها به شوینده‌ها جوش شیرین می‌افزایند.

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۲۸۴

نکته وقتی یک اسید قوی و یک باز قوی به طور کامل خنثی شوند، pH در نقطهٔ خنثی‌شدن کامل برابر با ۷ می‌شود.

پاسخ خیلی تشریحی

گام اول: با توجه به نکتهٔ بالا و با استفاده از حجم محلول NaOH اضافه‌شده در نقطهٔ خنثی‌شدن کامل (یعنی ۲۵ میلی‌لیتر)، می‌توانیم غلظت محلول NaOH را حساب کنیم.

در نقطهٔ خنثی‌شدن کامل داریم:

$$n_a.M_a.V_a = n_b.M_b.V_b \Rightarrow ۱\times ۰/۱\times ۵۰\,mL = ۱\times M_b\times ۲۵\,mL \Rightarrow M_b = ۰/۲M$$

گام دوم: حجم محلول در نقطهٔ خنثی‌شدن کامل ($pH=۷$) برابر با ۷۵ میلی‌لیتر ($۵۰+۲۵=۷۵\,mL$) است، بنابراین زمانی که حجم محلول به ۸۰ میلی‌لیتر برسد، مقدار بیشتری از محلول NaOH استفاده کرده‌ایم و محلول خاصیت بازی خواهد داشت.

با توجه به حجم اولیهٔ اسید (۵۰ میلی‌لیتر)، حجم NaOH استفاده‌شده تا این نقطه برابر ۳۰ میلی‌لیتر است ($۸۰-۵۰=۳۰$)

گام سوم: با استفاده از رابطهٔ زیر می‌توانیم غلظت هیدروکسید را در این نقطه حساب کنیم.

$$[OH^-]=\frac{n_b.M_b.V_b-n_a.M_a.V_a}{V_a+V_b}=\frac{۱\times ۰/۲\times ۳۰-۱\times ۰/۱\times ۵۰}{۵۰+۳۰}=\frac{۶-۵}{۸۰}=\frac{۱}{۸۰}=\frac{۱}{۸}\times ۱۰^{-۱}M$$

گام چهارم: حالا pOH و سپس pH را حساب می‌کنیم.

$$pOH=-\log[OH^-]=-\log(\frac{۱}{۸}\times ۱۰^{-۱})=۱-\log\frac{۱}{۸}=۱+\log ۸=۱+۳\log ۲=۱+۳(۰/۳)=۱/۹$$

$$\Rightarrow pH=۱۴-pOH=۱۴-۱/۹=۱۲/۱$$

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): عدد a، نشان‌دهندهٔ pH محلول، قبل از اضافه‌کردن NaOH است. یعنی pH محلول HCl با غلظت ۰/۱ مولار.

pH محلول HCl ۰/۱ مولار برابر است با:

$$[H^+]=\alpha M_a=۱\times ۰/۱=۰/۱$$

$$pH=-\log[H^+]=-\log ۰/۱=۱$$

عدد b، نشان‌دهندهٔ pH محلول، بعد از اضافه‌شدن ۱۵ میلی‌لیتر محلول NaOH با غلظت ۰/۲ مولار است. از آن‌جا که NaOH اضافه‌شده، کم‌تر از نقطهٔ خنثی‌شدن کامل است، پس محلول حاصل هم‌چنان خاصیت اسیدی خواهد داشت.

با استفاده از رابطهٔ زیر، می‌توانیم غلظت هیدرونیوم را در این نقطه حساب کنیم.

$$[H^+]=\frac{n_a.M_a.V_a-n_b.M_b.V_b}{V_a+V_b}=\frac{۱\times ۰/۱\times ۵۰-۱\times ۰/۲\times ۱۵}{۵۰+۱۵}=\frac{۵-۳}{۶۵}=\frac{۲}{۶۵}M$$

حالا pH را حساب می‌کنیم.

$$pH=-\log[H^+]=-\log(\frac{۲}{۶۵})=-\log ۲+\log\overbrace{۶۵}^{۱۳\times ۵}=-\log ۲+\log ۱۳+\log ۵=-۰/۳+۱/۱۱+۰/۷=۱/۵۱$$

بنابراین اختلاف عددی بین نقطهٔ a ($pH=۱$) و نقطهٔ b ($pH=۱/۵۱$) برابر ۰/۵۱ است.

گزینهٔ (۲): در نقطهٔ C، pH برابر با ۱۲/۷ است، یعنی غلظت هیدروکسید برابر است با:

$$pOH=۱۴-pH=۱۴-۱۲/۷=۱/۳$$

$$[OH^-]=۱۰^{-pOH}=۱۰^{-۱/۳}=۱۰^{-۲+۰/۷}=۱۰^{-۲}\times ۱۰^{۰/۷}=۵\times ۱۰^{-۲}M$$

حالا با استفاده از رابطهٔ محاسبهٔ غلظت هیدروکسید، بعد از نقطهٔ خنثی‌شدن، می‌بینیم که حجم ۵۰ میلی‌لیتر از NaOH، به غلظت ۵×۱۰^{-۲} مولار برای (OH^-) ختم می‌شود.

$$[OH^-]=\frac{n_b.M_b.V_b-n_a.M_a.V_a}{V_a+V_b}=\frac{۱\times ۰/۲\times ۵۰-۱\times ۰/۱\times ۵۰}{۵۰+۵۰}=\frac{۱۰-۵}{۱۰۰}=\frac{۵}{۱۰۰}=۵\times ۱۰^{-۲}M$$

گزینهٔ (۳): این گزینه نیاز به حساب و کتاب نداره. از آن‌جا که واکنش اسید قوی ($H_۲SO_۴$) با باز قوی (NaOH) یک واکنش کامل محسوب می‌شود، پس در نقطهٔ خنثی‌شدن کامل، اسید و باز، به تمامی مصرف می‌شوند و چیزی از آن‌ها باقی نمی‌ماند، پس حتماً غلظت آن کم‌تر از ۰/۰۰۱ ppm خواهد بود.

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۸۵ **پاسخ خیلی تشریحی** ✔

اول واکنش را موازنه می‌کنیم.

$$۱Mn^{۲+}(aq)+۲H_۲O(l)\rightarrow ۱MnO_۲(s)+۴H^+(aq)+۲e^-$$

به ازای تولید هر یک مول $MnO_۲$، ۲ مول الکترون آزاد می‌شود:

یه‌جور دیگه

استفاده از کسر تبدیل:

$$۱۷/۴gMnO_۲\times\frac{۱molMnO_۲}{۸۷gMnO_۲}\times\frac{۲mole^-}{۱molMnO_۲}\times\frac{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}e^-}{۱mole^-}=۲۴/۰۸\times۱۰^{۲۲}e^-$$

استفاده از کسر تناسب:

$$\frac{\text{جرم}}{\underbrace{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب}}_{MnO_۲}}=\frac{\text{تعداد}}{\underbrace{\text{عدد آووگادرو}\times\text{ضریب}}_{\text{الکترون}}}\Rightarrow\frac{۱۷/۴}{۱\times۸۷}=\frac{x}{۲\times۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}}\Rightarrow x=۲۴/۰۸\times۱۰^{۲۲}e^-$$

بررسی گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): با توجه به نیم‌واکنش موازنه‌شده، به ازای مصرف ۱ مول $Mn^{۲+}$، ۲ مول الکترون آزاد می‌شود؛ حالا اگر ۰/۴ مول الکترون آزاد شود خواهیم داشت:

$$۰/۴mole^-\times\frac{۱molMn^{۲+}}{۲mole^-}\simeq۰/۲molMn^{۲+}$$

اما نکته این‌جاست که ما حجم محلول را نداریم تا بررسی کنیم غلظت آن چه‌قدر تغییر خواهد کرد. بدون داشتن حجم، نمی‌توانیم غلظت نهایی رو حساب کنیم؛ بنابراین درستی این گزینه رو نمی‌شه بررسی کرد.

گزینهٔ (۲): وقتی pH، ۱/۳ واحد کاهش یابد، یعنی غلظت یون هیدرونیوم، $۱۰^{۱/۳}$ واحد یعنی ۲۰ برابر شده است. اما باز هم برای بررسی این‌که چند مول H^+ و در نتیجه چند مول الکترون تولید شده است، نیاز به حجم محلول داریم؛ بنابراین درستی این گزینه رو هم نمی‌شه بررسی کرد.

گزینهٔ (۳): معادلهٔ موازنه‌شدهٔ واکنش داده‌شده، به صورت زیر است:

$$\underset{+۵}{۱NO_۳^-}(aq)+۴H^+(aq)+۳e^-\rightarrow\underset{+۲}{۱NO}(g)+۲H_۲O(l)$$

(۳ درجه کاهش)

ضریب H^+ در واکنش اکسایش $Mn^{۲+}$، برابر ۴، اما ضریب $H_۲O$ در واکنش بالا، برابر ۲ می‌باشد.

(خیلی سبز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۲۸۶ عبارت‌های اول، دوم و سوم درست‌اند.

بررسی همه موارد:

- بخش قطبی پاک‌کننده‌های غیرصابونی به صورت $-SO_۳^-$ بوده که دارای ۴ اتم است؛ در حالی که بخش قطبی پاک‌کننده‌های صابونی به صورت $-CO_۲^-$ بوده و دارای ۳ اتم است.
- با جایگزین کردن اتم هیدروژن به جای $SO_۳^-Na^+$، ترکیب حاصل یک هیدروکربن سیرنشده خواهد بود.
- بخش آنیونی ترکیب به صورت $CH_۳(CH_۲)_{۱۱}-C_۶H_۴-SO_۳^-$ است که دارای ۵۱ اتم است.
- پاک‌کننده‌های غیرصابونی طی واکنش‌های پیچیده در صنعت از مواد پتروشیمیایی از جمله بنزن ساخته می‌شوند.

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۸۷ سس مایونز، شیر، ژله و رنگ‌های پوششی، کلوئید هستند و از توده‌های مولکولی با اندازه‌های مختلف ساخته می‌شوند. کلوئیدها، مخلوط‌هایی ناهمگن (به ظاهر همگن) به حساب می‌آیند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) بیماری وبا در طول تاریخ چندین بار گسترش یافته و یک بیماری واگیردار به حساب می‌آید. این بیماری به دلیل آلوده شدن آب و نبود بهداشت شایع شده است.

۲) شاخص امید به زندگی، شاخصی که نشان می‌دهد با توجه به خطراتی که انسان‌ها در طول زندگی با آن مواجه هستند، به طور میانگین (نه در مجموع!) چند سال در این جهان زندگی می‌کنند.

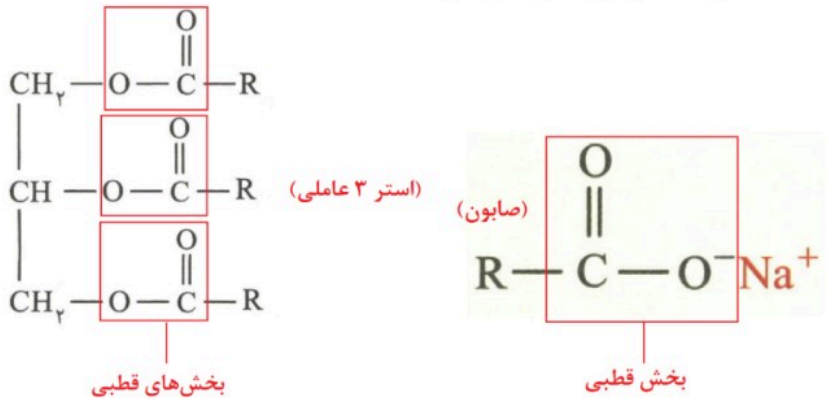
۳) HCl ترشح شده از یاخته‌های معده، باعث فعال کردن آنزیم‌های گوارشی می‌شود و جانداران ذره‌بینی موجود در غذا را از بین می‌برد. دقت کنید که خود HCl، آنزیم گوارشی نیست!

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

۲۸۸ ساختار (آ) یک استر بلندزنجیر ۳ عاملی را نمایش می‌دهد و ترکیب (ب)، نشان‌دهنده یک پاک‌کننده صابونی جامد است. بر این اساس همه عبارت‌های داده شده درست‌اند.

بررسی همه موارد:

- در بخش آنیونی ترکیب (ب) اتم‌های **C**، **H** و **O** وجود دارند. در ساختار استرهای ۳ عاملی نیز هر سه اتم ذکر شده موجود است.
- در هر دو ساختار، بخش قطبی وجود دارد و می‌توانند با مولکول‌های آب برهمکنش داشته باشند. مولکول‌های چربی می‌توانند با مولکول‌های H_2O، برهمکنش هیدروژنی و صابون نیز با مولکول‌های آب، برهمکنش یون - دوقطبی دارد.



واکنش انجام شده به صورت مقابل است:

$$\text{استر ۳ عاملی} + 3\,NaOH \rightarrow \text{الکل ۳ عاملی} + 3\,\text{صابون}$$

الکل ایجاد شده، ۳ عاملی بوده و فرمول ساختاری آن به صورت زیر است:

$$\begin{array}{l} CH_2-OH \\ | \\ CH-OH \\ | \\ CH_2-OH \end{array} \Rightarrow C_3H_8O_3$$

- در هر مولکول از استر ۳ عاملی، ۶ پیوند $C-O$ وجود دارد. در صابون نیز یک پیوند $C-O$ وجود دارد.

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۸۹ عبارت‌های «الف» و «پ» درست‌اند.

بررسی همه موارد:

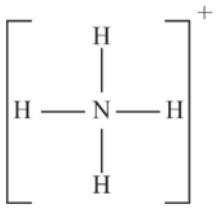
الف) براساس مدل آرنیوس، قدرت اسیدی اسیدها مشخص نمی‌شود. برای مثال در مدل آرنیوس، HF و HNO_3 هر دو اسید هستند چون هنگام انحلال در آب، را افزایش می‌دهند ولی طبق مدل آرنیوس، قدرت اسیدی این دو ماده بررسی نمی‌شود.

پ) سدیم‌اکسید، یک اکسید فلزی بوده و همانند صابون، خاصیت بازی دارد. کاغذ pH آغشته به محلول این مواد به رنگ آبی درمی‌آید.

پ) آمونیاک مطابق واکنش زیر در آب حل می‌شود:

$$NH_3(g) + H_2O(l) \rightleftarrows NH_4^+(aq) + OH^-(aq)$$

ساختار لوویس یون آمونیوم به صورت زیر است:



ت) جوهر نمک، محلول HCl در آب است. در محلول‌هایی که خاصیت اسیدی دارند، مقدار pH کمتر از ۷ بوده و $[H^+] > [OH^-]$ است.

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۲۹۰ N_2O_5، یک اکسید نافلز بوده و در آب به صورت شیمیایی حل می‌شود. معادله انحلال این ماده به صورت زیر است:

$$N_2O_5(s) + H_2O(l) \rightarrow 2HNO_3(aq) \Rightarrow 2H^+(aq) + 2NO_3^-(aq)$$

بر این اساس می‌توان نوشت: $1N_2O_5 \sim 4ion$

اکنون داریم:

$$64/8\,g\,N_2O_5 \times \frac{1\,mol\,N_2O_5}{108\,g\,N_2O_5} \times \frac{4\,mol\,ion}{1\,mol\,N_2O_5} \times \frac{6/02 \times 10^{23}\,ion}{1\,mol\,ion} \simeq 14/4 \times 10^{23}$$

N_2O_5 یک اکسید نافلزی بوده و خاصیت اسیدی دارد، بنابراین در محلول آن، $[H^+] > [OH^-]$ است.

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۲۹۱ کلوئیدها و سوسپانسیون‌ها، نور را پخش می‌کنند (تصویر A) و محلول‌ها، نور را عبور می‌دهند (تصویر B). براین اساس، عبارت‌های (الف) و (پ) درست‌اند.

بررسی همه موارد:

الف) اگر نیروی جاذبه بین حلال و حل‌شونده در یک محلول، بیشتر از میانگین جاذبه بین حلال خالص و حل‌شونده خالص باشد، حل‌شونده در حلال حل می‌شود. تصویر B، رفتار محلول‌ها در برابر نور را نمایش می‌دهد.

ب) شربت معده، یک سوسپانسیون است ولی مخلوط ید در هگزان، محلولی بنفش رنگ بوده و نور را عبور می‌دهد.

پ) اگر تصویر A، یک کلوئید باشد همانند محلول‌ها، پایدار است و ته‌نشین نمی‌شود. می‌دانیم که اندازه ذرات سازنده کلوئید بزرگ‌تر از محلول است.

ت) مخلوط B، یک مخلوط همگن بوده و محلول به حساب می‌آید. محلول‌ها، می‌توانند رسانای جریان الکتریکی نباشند. برای مثال اتانول یا استون در آب به صورت مولکولی حل می‌شوند و رسانای جریان الکتریکی نیستند.

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۲۹۲ ساختار صابون جامد به صورت $R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O^-Na^+$ است. با توجه به این که این پاک‌کننده دارای ۲ پیوند دوگانه است، پس یک پیوند $C=C$ و یک پیوند $C=O$ دارد. می‌دانیم که به ازای هر پیوند $C=C$ در بخش R، ۲ اتم هیدروژن کم می‌شود. با توجه به این که فرمول صابون جامد با R سیرشده به صورت $C_nH_{2n+1}CO_2Na$ است، بنابراین فرمول صابون جامد با یک پیوند $C=C$ در بخش R به صورت $C_nH_{2n-1}CO_2Na$ درخواهد آمد و جرم مولی آن برابر است با:

$$14n-1+12+32+23 \Rightarrow 14n+66$$

بنابراین داریم:

$$14n+66=318 \Rightarrow n=18$$

در بخش R صابون، ۱۸ اتم کربن وجود دارد؛ بنابراین فرمول صابون ذکر شده به صورت $C_{18}H_{35}COONa$ یا $C_{19}H_{35}O_2Na$ بوده و بر این اساس، همه عبارت‌های داده شده نادرست‌اند.

بررسی همهٔ موارد:

- این ترکیب دارای ۳۵ پیوند $C-H$ و ۱۷ پیوند $C-C$ است. اصلاً ۳۵ نمی‌تواند دو برابر هیچ عدد صحیحی باشد.
- فرمول مولکولی اسید سازنده صابون به صورت $C_{18}H_{35}COOH$ است که در ساختار آن، ۳۵ پیوند $C-H$ و یک پیوند $O-H$ مشاهده می‌شود.
- صابون‌ها در آب سخت کارایی خود را از دست می‌دهند، درحالی که پاک‌کنندهٔ غیرصابونی پاک‌کنندگی خود را در آب سخت حفظ می‌کند.
- مخلوط حاصل از آب و روغن با اضافه کردن صابون مخلوطی پایدار و به ظاهر همگن را ایجاد می‌کند که کلوئید است.

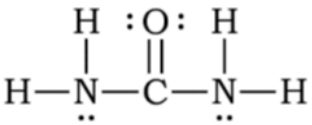
(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۲۹۳ موارد دوم و سوم درست‌اند.

بررسی همهٔ موارد:

نمک خوراکی $(NaCl)$، یک ترکیب یونی بوده و مولکول ندارد. دقت کنید که اتیلن گلیکول، یک مولکول قطبی و محلول در آب به‌حساب می‌آید.

مطابق شکل زیر، در ساختار اوره، ۸ پیوند اشتراکی و ۴ جفت الکترون ناپیوندی دیده می‌شود.



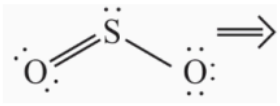
در ساختار اوره، H متصل به N و در ساختار مولکول‌های موجود در عسل، H متصل به O وجود داشته که باعث ایجاد پیوند هیدروژنی بین مولکول‌های هر یک از این مواد می‌شود.

از گرم کردن مخلوط روغن‌های گوناگون با سدیم هیدروکسید، صابون جامد حاصل می‌شود.

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

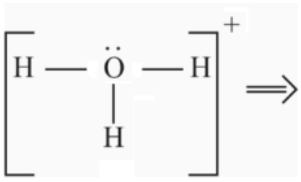
SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۹۴ ساختار لوویس یون هیدرونیوم و مولکول SO_2 به صورت زیر است:



$$\Rightarrow \frac{\text{جفت الکترون پیوندی}}{\text{جفت الکترون ناپیوندی}} = \frac{3}{6} = 0/5$$

$$\Rightarrow \frac{3}{0/5} = 6$$



$$\Rightarrow \frac{\text{جفت الکترون پیوندی}}{\text{جفت الکترون ناپیوندی}} = \frac{3}{1} = 3$$

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) $Li_2O(s) + H_2O(l) \rightarrow 2LiOH(aq) \rightarrow 2Li^+(aq) + 2OH^-(aq)$

$N_2O_5(s) + H_2O(l) \rightarrow 2HNO_3(aq) \rightarrow 2H^+(aq) + 2NO_3^-(aq)$

$\Rightarrow [H^+] = [OH^-] \Rightarrow pH = 7$

۲) هیدروفلوئوریک اسید (HF)، یک اسید ضعیف بوده و در محلول آن در آب، علاوه‌بر یون‌های H^+ و F^-، مولکول‌های اسید HF یونیده نشده نیز به صورت آب پوشیده حضور دارند.

۴) موادی مانند HCl، NaOH و سفیدکننده‌ها جز پاک‌کننده‌های خورنده هستند و می‌توانند علاوه بر برهم‌کنش با ذرات آلاینده، با آن‌ها نیز واکنش دهند.

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۲۹۵ تنها مورد «ب» درست است.

شیر همانند شربت معده نور را پخش می‌کند و یک مخلوط ناهمگن است. شیر برخلاف شربت معده پایدار است (نه به ظاهر پایدار!) و ته‌نشین نمی‌شود.

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

۲۹۶ فرمول مولکولی چربی با R یکسان و سیرشده به صورت $C_nH_{2n-4}O_6$ بوده و جرم مولی آن برابر با $14n + 92$ است. بر این اساس می‌توان نوشت:

$$14n + 92 = 764 \Rightarrow n = 48$$

فرمول مولکولی چربی مورد نظر به صورت $C_{48}H_{92}O_6$ بوده و واکنش آن با محلول سود برای تهیه صابون به صورت زیر است:

$$C_{48}H_{92}O_6 + 3NaOH \rightarrow C_3H_8O_3 + 3C_{15}H_{29}O_2Na$$

اکنون می‌توان نوشت:

روش اول) استفاده از کسرهای تناسب:

$$\frac{\text{مول}}{\text{ضریب}}_{\text{چربی}} = \frac{\text{گرم}}{\underbrace{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}_{\text{صابون}}} \Rightarrow \frac{0/5}{1} = \frac{x}{3 \times 264} \Rightarrow x = 396g$$

روش دوم) روش ضریب تبدیل:

$$0/5\,mol\,C_{48}H_{92}O_6 \times \frac{3\,mol\,C_{15}H_{29}O_2Na}{1\,mol\,C_{48}H_{92}O_6} \times \frac{264\,g\,C_{15}H_{29}O_2Na}{1\,mol\,C_{15}H_{29}O_2Na} = 396g$$

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

SanjeshCloud

۲۹۷ عبارت‌های اول، دوم و چهارم درست‌اند.

بررسی همه موارد:

- مخلوط سدیم هیدروکسید و پودر آلومینیم یک پاک‌کننده خورنده است. از این پاک‌کننده برای باز کردن مجاری مسدود شده در برخی وسایل و دستگاه‌های صنعتی استفاده می‌شود.
- واکنش انجام شده، گرماده بوده و علامت ΔH برای آن، منفی است. فرآیند تولید آمونیاک به روش هابر نیز یک واکنش گرماده است.
- گاز X، معادل با گاز H_2 است. هر اتم H به آرایش دوتایی هلیم می‌رسد.
- از واکنش اسیدچرب با سدیم هیدروکسید، صابون و آب تولید می‌شود. بخش قطبی صابون می‌تواند با ایجاد جاذبه یون - دوقطبی با مولکول‌های آب، در آن حل شود.

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۲۹۸ فرمول مولکولی اوره و وازلین به ترتیب به صورت $CO(NH_2)_2$ و $C_{25}H_{52}$ است. اگر مقدار مول اوره را با x و مقدار مول وازلین را با y نمایش دهیم، می‌توان نوشت:

$$\begin{array}{cc|c} 1CO(NH_2)_2 & 4H & \\ x & ?\Rightarrow 4x & \\ 1C_{25}H_{52} & 52H & \\ y & ?\Rightarrow 52y & \end{array} \Rightarrow \begin{cases} x+y=0/5 \\ 4x+52y=11/6 \end{cases} \Rightarrow y=0/2\,mol \text{ و } x=0/3\,mol$$

معادله واکنش موازنه شده سوختن اوره به صورت زیر است:

$$2CO(NH_2)_2(s)+3O_2(g)\rightarrow 2CO_2(g)+4H_2O(g)+2N_2(g)$$

اکنون می‌توان نوشت:

روش اول) استفاده از کسرهای تناسب:

$$\frac{\text{مول}}{\underbrace{\text{ضریب}}_{\text{اوره}}}=\frac{\text{لیتر گاز}}{\underbrace{\text{حجم مولی} \times \text{ضریب}}_{O_2}} \Rightarrow \frac{0/3}{2}=\frac{x}{3\times 26} \Rightarrow x=11/7L$$

روش دوم) روش ضریب تبدیل:

$$0/3molCO(NH_2)_2\times\frac{3molO_2}{2molCO(NH_2)_2}\times\frac{26LO_2}{1molO_2}=11/7L$$

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۲۹۹ به طور کلی عوامل زیر بر روی قدرت پاک‌کنندگی صابون مؤثر هستند:

۱) **نوع و مقدار صابون:** صابون‌های آنزیم‌دار، قدرت پاک‌کنندگی بیشتری نسبت به صابون‌های بدون آنزیم دارند.

۲) **دمای آب:** با افزایش دمای آب، قدرت پاک‌کنندگی صابون افزایش می‌یابد.

۳) **نوع پارچه:** قدرت پاک‌کنندگی صابون بر روی پارچه‌های نخی بیشتر از پارچه‌های پلی‌استری است.

۴) **نوع آب:** قدرت پاک‌کنندگی صابون در آب سخت (حاوی Mg^{2+} و Ca^{2+})، کمتر است.

بر این اساس، قدرت پاک‌کنندگی صابون در شرایط گزینه ۳ کمتر بوده و میزان لکه بیشتری بر روی پارچه خواهیم دید.

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۰۰ فرمول مولکولی اسید چرب با زنجیره هیدروکربنی سیرشده به صورت $C_nH_{2n}O_2$ است و تعداد پیوندهای اشتراکی در هر مولکول از آن، برابر است با:

$$\text{پیوند اشتراکی} = \frac{(4\times n)+2n+4}{2} = \frac{6n+4}{2} = 3n+2 \Rightarrow 56 = 3n+2 \Rightarrow 3n = 54 \Rightarrow n = 18$$

بنابراین فرمول اسیدچرب به صورت $C_{18}H_{36}O_2$ است. می‌دانیم که از واکنش اسید چرب با سود، صابون $(RCOO^-Na^+)$ تولید می‌شود:

$$\underbrace{RCOOH}_{\text{اسید چرب}} + NaOH \rightarrow RCOO^-Na^+ + H_2O$$

اکنون می‌توان نوشت: $1RCOOH \sim 1RCOO^-Na^+$

$$71g\,C_{18}H_{36}O_2 \times \frac{1mol\,C_{18}H_{36}O_2}{284g\,C_{18}H_{36}O_2} = 0/25mol \overset{\text{پس}}{\Rightarrow} \text{مول صابون} = 0/25mol$$

ابتدا مقدار مول Mg^{2+} موجود در آب سخت را پیدا می‌کنیم:

$$ppm_{Mg^{2+}} = \frac{\text{جرم } Mg^{2+}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 \Rightarrow 120 = \frac{x}{10^4} \times 10^6 \Rightarrow x = 1/2g \overset{\text{تبدیل به مول}}{\Rightarrow} 1/2Mg^{2+} \times \frac{1mol\,Mg^{2+}}{24g\,Mg^{2+}} = 0/05mol$$

صابون با آب سخت نیز واکنش می‌دهد و می‌دانیم که: $2RCOO^-Na^+ \sim 1Mg^{2+}$

$$\text{درصد صابون مصرف شده} = \frac{\text{مول صابون مصرف شده}}{\text{مول اولیه صابون}} \times 100 \Rightarrow \frac{0/1}{0/25} \times 100 = 40\% \overset{\text{پس}}{\Rightarrow} \text{مول صابون مصرف شده} = 0/05 \times 2 = 0/1mol$$

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۳۰۱ فقط مورد چهارم درست است.

- مقدار صابون همانند نوع صابون بر میزان پاک‌کنندگی صابون مؤثر است.

نوع پارچه، دما، نوع آب و نیز نوع و مقدار صابون بر روی قدرت پاک‌کنندگی آن تأثیر دارد.

- برای افزایش قدرت ضدعفونی‌کنندگی صابون به آن، ماده شیمیایی کلردار می‌افزایند نه خود گاز کلر!
- صابون گوگرد دار ← از بین بردن جوش صورت و قارچ‌های پوستی
- نمک‌های فسفات ← افزایش قدرت پاک‌کنندگی صابون در آب سخت
- ماده شیمیایی کلر دار ← افزایش قدرت ضدعفونی‌کنندگی صابون

صابون در آب سخت به خوبی کف نمی‌کند نه این که اصلاً کفی ایجاد نشود. اینم دیگه تو متن مشهوده!

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

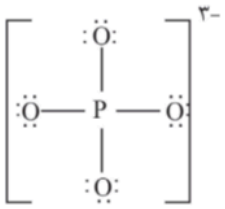
SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۰۲ با اضافه کردن نمک‌های فسفات (PO_4^{3-}) به صابون، قدرت پاک‌کنندگی صابون در آب سخت افزایش می‌یابد.

$$3Mg^{2+} + 2PO_4^{3-} \rightarrow Mg_3(PO_4)_2$$

$$3Ca^{2+} + 2PO_4^{3-} \rightarrow Ca_3(PO_4)_2$$

کلسیم فسفات، جز مواد نامحلول در آب دسته‌بندی می‌شود.



بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) ساختار لوویس یون PO_4^{3-} به صورت مقابل است:

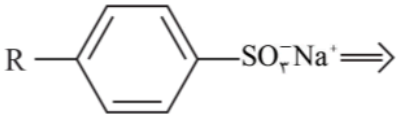
در هر واحد از این یون، ۱۲ جفت الکترون ناپیوندی و ۴ جفت الکترون پیوندی وجود دارد.

۲) اتم مرکزی در یون ذکر شده، اتم فسفر (P) است که با عنصر $_{33}X$، هم‌گروه است. فسفر، عنصری با نماد تک حرفی بوده و در گروه ۱۵ جدول تناوبی جای دارد.

۴) نماد یون فسفات و نیترید به ترتیب به صورت PO_4^{3-} و N^{3-} است.

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۳۰۳ ساختار داده شده یک پاک‌کننده غیرصابونی بوده که بخش R در آن سیرشده است.



$\Rightarrow$ سیرشده و فاقد حلقه R $\Rightarrow$ فرمول شیمیایی: $C_nH_{2n-7}SO_3^-Na^+$

بنابراین فرمول ترکیب مورد نظر به صورت $C_{20}H_{33}SO_3^-Na^+$ بوده و داریم:

$$\text{درصد جرمی اتم‌های کربن} = \frac{\text{جرم اتم‌های کربن}}{\text{جرم مولی ترکیب}} \times 100 \Rightarrow \frac{20 \times 12}{376} \times 100 \simeq 64\%$$

در هر مول از این ترکیب، ۳۳ مول اتم H و ۲۰ مول اتم C وجود دارد که اختلاف آن‌ها برابر با ۱۳ مول است، بنابراین:

$$13\,\text{mol اختلاف} \times \frac{6/02 \times 10^{23}}{1\,\text{mol اختلاف}} = 78/26 \times 10^{23}$$

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۳۰۴ الف) صابون با آب سخت واکنش داده و رسوب ایجاد می‌کند. علت ایجاد لکه‌های سفید بر روی لباس‌ها، تشکیل رسوب طی واکنش است.

ب) خاصیت اسیدی یک محلول به غلظت مولی یون هیدرونیوم وابسته است. ممکن است که در محلولی مقدار مول یون هیدرونیوم بیشتر باشد ولی غلظت مولی آن کمتر باشد:

$$\downarrow [H^+] = \frac{\text{mol } H^+}{\uparrow \text{حجم محلول}}$$

پ) شواهد بسیاری در تاریخ علم وجود دارد که نشان می‌دهند پیش از آن که ساختار اسیدها و بازها شناخته شود، شیمیدان‌ها افزون بر ویژگی‌های اسیدها و بازها با برخی واکنش‌های آن‌ها نیز آشنا بودند.

ت) در هر دو مورد، جاذبه از نوع یون - دوقطبی است.

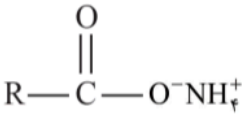
(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۰۵ عبارت‌های دوم و چهارم نادرست‌اند.

بررسی همه موارد:

- طبق مدل آرنیوس، ماده‌ای که با حل شدن در آب، $[OH^-]$ را افزایش دهد، یک باز است. **KOH** با حل شدن در آب، $[OH^-]$ را افزایش می‌دهد.
- سوانت آرنیوس بر روی رسانایی الکتریکی محلول‌های آبی کار می‌کرد. در محلول‌های آبی، حلال آب است و در صورتی که حلال و حل‌شونده مایع باشند، جزئی که مقدار مول بیشتری دارد، حلال به شمار می‌رود.
- در ساختار این صابون‌ها، اتم گوگرد وجود دارد. اتم $_{16}S$، در گروه ۱۶ جدول تناوبی جای دارد و دارای ۶ الکترون ظرفیتی است.
- صابونی که فاقد اتم فلزی است، نمک آمونیوم اسید چرب بوده و به صورت مایع است:

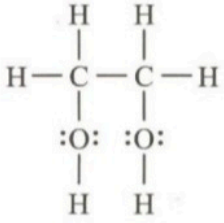


- این در حالی است که N_2O_5 در دمای اتاق به حالت جامد دیده می‌شود.

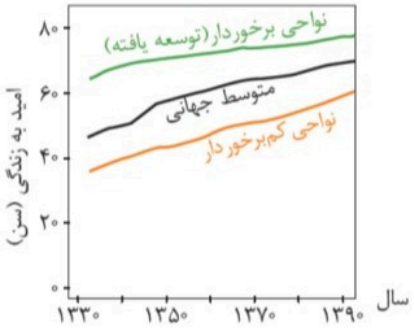
(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۳۰۶ عبارت‌های اول، دوم و سوم نادرست‌اند.

بررسی همه موارد:



- روغن زیتون فاقد تعداد زیادی گروه هیدروکسیل بوده و یک مولکول ناقطبی محسوب می‌شود. روغن زیتون، دارای ۳ گروه استری است.
- باتوجه به ساختار مقابل، در هر مولکول از اتیلن گلیکول، ۹ پیوند اشتراکی وجود دارد.
- نمودار امید به زندگی برای سه منطقه کم برخوردار، جهانی و برخوردار به صورت زیر است. همان طور که مشاهده می‌کنید، شیب نمودار نواحی کم‌برخوردار در طول سال‌های اخیر بیشتر از دو منطقه دیگر است.



- فرمول تقریبی بنزین به صورت C_8H_{18} بوده و نسبت خواسته شده برابر است با:

$$\frac{\text{درصد جرمی کربن}}{\text{درصد جرمی هیدروژن}} = \frac{12\times 8}{1\times 18} \simeq 5/33$$

- مطابق رابطه مقابل می‌توان نوشت:

$$1C_{25}H_{52} \sim 77 \text{ اتم}$$

$$7/04g\ C_{25}H_{52} \times \frac{1mol\ C_{25}H_{52}}{352g\ C_{25}H_{52}} \times \frac{77mol\ \text{اتم}}{1mol\ C_{25}H_{52}} \times \frac{N_A\ \text{اتم}}{1mol\ \text{اتم}} = 1/54N_A$$

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۳۰۷ رسانایی الکتریکی یک محلول به مجموع غلظت یون‌ها در آن وابسته است.

$$\underbrace{Ca(OH)_2}_{1M} \rightarrow \underbrace{1Ca^{2+} + 2OH^-}_{?\rightarrow 3M} \quad , \quad \underbrace{NaOH}_{2M} \rightarrow \underbrace{Na^+ + OH^-}_{?\rightarrow 4M}$$

رسانایی الکتریکی محلول سود، بیشتر است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) اکسید ناقطبی گوگرد، SO_3 بوده و خاصیت اسیدی دارد. با انحلال SO_3 در آب، سولفوریک اسید (H_2SO_4) حاصل شده که اسید قوی‌تری نسبت به (HNO_3) است. ثابت یونش H_2SO_4 بسیار بزرگ و ثابت یونش (HNO_3)، بزرگ است.

۲) HCN، یک اسید ضعیف بوده و افزون بر مقدار ناچیز یون‌های آب‌پوشیده در محلول آن، مقدار عمده‌ای مولکول HCN یونیده نشده وجود دارد.

✓ نکته: در اسیدها و بازهای ضعیف، غلظت مولی مولکول‌های یونیده نشده، بیشتر از مولکول‌های یونیده شده است.

۳) با رقیق کردن محلول، غلظت محلول کاهش می‌یابد ولی در دمای ثابت، $[H^+]\times[OH^-]$ همواره ثابت می‌ماند نه مجموع آن‌ها.

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۳۰۸ فرمول عمومی صابون به صورت مقابل است: کاتیون + $R + COO^-$

چون بخش کاتیونی آن نافلز است، لذا به صورت NH_4^+ بوده و زنجیر R آن اگر سیرشده باشد به صورت C_nH_{2n+1} است. حال چون یک پیوند $C=C$ دارد، پس ۲ اتم هیدروژن از تعداد هیدروژن‌ها کم می‌کنیم و فرمول عمومی این پاک کننده‌ها به صورت زیر درخواهد آمد:

$$C_nH_{2n-1} + COO^- + NH_4^+ \xrightarrow{\text{جرم مولی}} 12n + 2n - 1 + 12 + 2(16) + 14 + 4 = 299 \Rightarrow$$
$$14n = 238 \rightarrow n = 17$$

حال برای بدست آوردن فرمول چربی موردنظر داریم:

$$\text{فرمول چربی: } (R-COO^-)_3C_3H_5 \Rightarrow [C_nH_{2n-1}-COO^-]_3C_3H_5 \xrightarrow{n=17} (C_{17}H_{33}COO)_3C_3H_5 \Rightarrow$$

$$\text{فرمول چربی: } C_{57}H_{104}O_6$$

✓ در صابون ذکر شده با فرمول $RCOO^-NH_4^+$، اگر R سیر شده و فاقد حلقه باشد، آلکیل نام دارد و فرمول آن به صورت C_nH_{2n+1} است. چرا تو سوال فرمولش رو به صورت C_nH_{2n-1} نوشتیم؟ چون در سوال ذکر شده که بخش ناقطبی صابون (R)، دارای یک پیوند $C=C$ است و می‌دانیم که به ازای هر پیوند $C=C$ در ساختار R، ۲ اتم هیدروژن کم می‌شود.

برای به دست آوردن تعداد پیوندهای اشتراکی در مولکول به صورت زیر عمل می‌کنیم:

$$\text{تعداد پیوند اشتراکی} = \frac{1}{2}\left([\text{C تعداد}\times 4] + [\text{O تعداد}\times 2] + [\text{H تعداد}]\right) = \frac{1}{2}\left([57\times 4] + [6\times 2] + 104\right) = 172$$

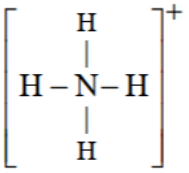
(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

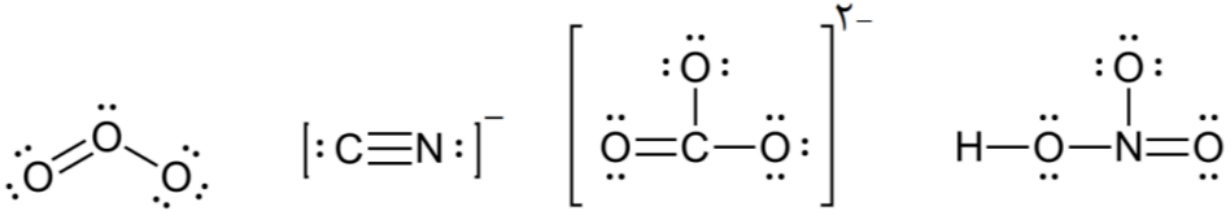
۳۰۹

یونش آمونیاک در آب به صورت مقابل است: $NH_3(g)+H_2O(l)\rightleftarrows NH_4^+(aq)+OH^-(aq)$

ساختار لوویس یون آمونیوم به صورت زیر است و در هر واحد از آن، ۴ پیوند اشتراکی وجود دارد:



ساختار لوویس گونه‌های داده شده نیز به صورت زیر است:



در ساختار CO_3^{2-} نیز ۴ پیوند اشتراکی وجود دارد.

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۳۱۰

ابتدا از روی جرم NaCl تولید شده، جرم منیزیم کلرید و صابون مصرف شده را محاسبه می‌کنیم:

روش اول) استفاده از کسرهای تناوب:

$$\frac{\text{گرم}}{\underbrace{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب}}_{NaCl}}=\frac{\text{گرم}}{\underbrace{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب}}_{MgCl_2}}=\frac{\text{گرم}}{\underbrace{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب}}_{\text{صابون}}}\Rightarrow\frac{\overset{3}{\cancel{117/5}}}{2\times\overset{1}{\cancel{58/5}}}=\frac{x}{1\times95}=\frac{y}{2\times236}\Rightarrow\begin{cases}x=142/5\,g\\y=708\,g\end{cases}$$

روش دوم) استفاده از ضریب تبدیل:

$$\begin{cases}3\,mol\,NaCl\times\dfrac{1\,mol\,MgCl_2}{2\,mol\,NaCl}\times\dfrac{95\,g\,MgCl_2}{1\,mol\,MgCl_2}=142/5\,g\\3\,mol\,NaCl\times\dfrac{2\,mol\,\text{صابون}}{2\,mol\,NaCl}\times\dfrac{236\,g\,\text{صابون}}{1\,mol\,\text{صابون}}=708\,g\end{cases}$$

غلظت ppm منیزیم کلرید برابر است با:

$$ppm=\frac{\text{جرم حل‌شونده }(g)}{\text{جرم محلول }(g)}\times10^6=\frac{142/5\,g\,MgCl_2}{1/5m^3\times\frac{1000L}{1m^3}\times\frac{1000ml}{1L}\times\frac{1g}{1ml}}\times10^6=95$$

درصدی از صابون نیز که به رسوب تبدیل می‌شود به صورت زیر قابل محاسبه است:

$$\text{درصد رسوب صابون}=\frac{\text{جرم صابون مصرف‌شده}}{\text{جرم اولیه صابون}}\times100=\frac{708}{885}\times100=80\%$$

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۱۱ با استفاده از رابطه pH، می‌توان غلظت مولی نیتریک اسید را محاسبه کرد:

$$HNO_3 : pH = 0/4 \rightarrow [H^+] = 10^{-0/4} = 10^{-1} \times 10^{0/6} = 0/4\,mol.L^{-1} \Rightarrow$$

$$[H^+] = M\alpha n \xrightarrow[\alpha=1, n=1]{\text{اسید قوی}} [H^+] = M = 0/4\,mol.L^{-1}$$

مطابق واکنش زیر، از انحلال هر مول سدیم اکسید در آب، دو مول سدیم هیدروکسید تولید می‌شود:

$$1Na_2O_{(s)} + H_2O_{(l)} \rightarrow 2NaOH_{(aq)}$$

در واکنش خنثی شدن اسید و باز، می‌توان نوشت:

$$M_a.V_a.n_a = M_b.V_b.n_b \Rightarrow 0/4 \times 300 \times 1 = M_b \times 600 \times 1 \Rightarrow M_b = 0/2\,mol.L^{-1}$$

مقدار سدیم هیدروکسید در ۳ لیتر از محلول آن برابر است با:

$$M_{NaOH} = \frac{mol}{L} \Rightarrow 0/2 = \frac{mol}{3} \Rightarrow mol = 0/6$$

اکنون می‌توان نوشت:

$$\frac{\text{گرم}}{\underbrace{\text{ضریب} \times \text{جرم‌مولی}}_{Na_2O}} = \frac{\text{مول}}{\underbrace{\text{ضریب}}_{NaOH}} \Rightarrow \frac{x}{1 \times 62} = \frac{0/6}{2} \Rightarrow x = 0/3 \times 62g\ Na_2O \text{ مصرفی}$$

بنابراین داریم:

$$\text{درصد خلوص} = \frac{\text{جرم ماده خالص}}{\text{جرم ماده ناخالص}} \times 100 \Rightarrow \text{درصدخلوص} = \frac{0/3 \times 62}{74/4} \times 100 = 25\%$$

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۳۱۲ فرمول مولکولی پاک کننده صابونی مایع فاقد عنصر فلزی به صورت $RCOONH_4$ بوده و فرمول مولکولی پاک‌کننده غیرصابونی به صورت $R'C_6H_4SO_3Na$ است. اکنون می‌توان نوشت:

$$A = \text{جرم مولی پاک‌کننده صابونی مایع}: R + (12) + (2 \times 16) + (14) + (4 \times 1) = (R + 62)\,g.mol^{-1}$$

$$B = \text{جرم مولی پاک کننده غیر صابونی جامد}: R' + (6 \times 12) + (4 \times 1) + (32) + (3 \times 16) + (23) = (R' + 179)\,g.mol^{-1}$$

$$A = B + 9 \rightarrow R + 62 = R' + 179 + 9 \rightarrow R - R' = 126$$

چون R و R' سیر شده است، پس اختلاف گروه R و R' در تعداد گروه‌های CH_2 است. جرم مولی CH_2 برابر ۱۴ گرم بر مول است، پس اختلاف تعداد گروه‌های CH_2 یا تعداد اتم‌های کربن دو گروه R و R' برابر است با: $\frac{126}{14} = 9$

$$\frac{\text{اختلاف تعداد اتم‌های کربن دو پاک‌کننده در زنجیر R آن‌ها}}{\text{مجموع تعداد اتم‌های اکسیژن دو پاک‌کننده}} = \frac{9}{5} = 1/8$$

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۳۱۳ HF و N_2O_5، هر دو خاصیت اسیدی دارند. اسید تولید شده از انحلال N_2O_5 در آب، نیتریک اسید (HNO_3) بوده که اسید قوی است؛ در حالی که HF جز اسیدهای ضعیف دسته‌بندی می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) CO_2، یک اکسید نافلزی بوده و خاصیت اسیدی دارد.

✓ نکته: سه اکسید نافلزی CO، NO و N_2O در آب به صورت مولکولی حل می‌شوند و خاصیت اسیدی ندارند.

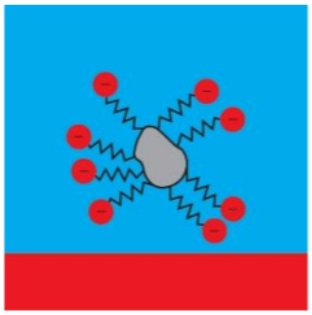
۲) آمونیاک خاصیت بازی و جوهرنمک (HCl)، خاصیت اسیدی دارد.

۳) آب گازدار و اسیدمعده (HCl)، هر دو خاصیت اسیدی دارند، ولی در شرایط یکسان، قدرت اسیدی HCl بیشتر از آب گازدار است.

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۳۱۴ موارد «ب» و «ت» درست‌اند.

بررسی همهٔ موارد:



الف) درصد لکه‌ی باقی مانده بر روی پارچه نخی کمتر از پارچه پلی‌استری است؛ زیرا چربی با پارچه پلی‌استری که بخش بزرگتری از آن دارای ساختار ناقطبی است جاذبه قوی‌تری از نوع واندروالسی برقرار می‌کند و جدا کردن لکه چربی از روی پارچه پلی‌استری دشوارتر است.

ب) مطابق شکل مقابل در مخلوط آب و چربی و صابون، سطح بیرونی لکه‌های چربی، بار الکتریکی منفی دارند.

پ) در واکنش مخلوط آلومینیم و سدیم هیدروکسید با آب، دمای محیط افزایش می‌یابد، چون واکنش انجام شده گرماده است.

ت) اسید چرب، همان کربوکسیلیک اسید بوده ولی زنجیر هیدروکربنی (R) در آن طولانی است. در کربوکسیلیک اسیدها، گروه عاملی کربوکسیل ($-COOH$)، وجود دارد.

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

۳۱۵ ابتدا غلظت مولی یون هیدروکسید را محاسبه می‌کنیم:

$$pH = ۱۲/۱ \rightarrow pOH = ۱۴ - ۱۲/۱ = ۱/۹$$

$$[OH^-] = ۱۰^{-۱/۹} = ۱۰^{-۱} \times ۱۰^{-۰/۹} \Rightarrow ۱۰^{-۱} \times \frac{۱}{۱۰^{۰/۹}} = \frac{۱}{۸} \times ۱۰^{-۱} = \frac{۱}{۸۰} mol.L^{-۱}$$

اکنون می‌توان غلظت مولی نمونه آمونیاک را محاسبه کرد:

$$K_b = \frac{M\alpha^۲}{۱-\alpha}, K_b < ۱۰^{-۳} \rightarrow K_b = M\alpha^۲ \rightarrow ۲/۵ \times ۱۰^{-۴} = \frac{۱}{۸۰} \times \alpha$$

$$\rightarrow \alpha = ۰/۰۲ \xrightarrow{[OH^-]=M\alpha} ۰/۰۲ \times M = \frac{۱}{۸۰} \rightarrow M_{NH_۳} = ۰/۶۲۵ mol.L^{-۱}$$

در هر یک لیتر (۱۰۰۰ میلی‌لیتر) محلول، ۰/۶۲۵ مول آمونیاک حل شده است. بنابراین داریم:

$$ppm = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰^۶ = \frac{۰/۶۲۵ mol \times ۱۷ g/mol}{۱۰۰۰ ml \times ۱/۰۲ g/mol} \times ۱۰^۶ \simeq ۱۰۴۰۰ ppm$$

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۱۶ محدوده pH نواحی مختلف بدن به صورت زیر است:

$pH_{\text{روده کوچک}} = ۸/۵$ $\qquad$ $pH_{\text{خون}} = ۷/۴$

$pH_{\text{بزاق دهان}} = ۵/۲ - ۷/۱$ $\qquad$ $pH_{\text{معده}} = ۱/۶ - ۱/۸$

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

۳۱۷ فقط عبارت «پ» درست است.

بررسی همهٔ موارد:

الف) در سامانه‌های تعادلی، واکنش‌های رفت و برگشت به طور پیوسته و با سرعت برابر انجام می‌شوند، از این‌رو غلظت مواد شرکت کننده در سامانه‌ی تعادلی ثابت می‌ماند.

ب) هر واکنش تعادلی یک واکنش برگشت‌پذیر است؛ ولی هر واکنش برگشت‌پذیر لزوماً یک واکنش تعادلی نیست. برگشت‌پذیر بودن یک واکنش، شرط لازم برای رسیدن به تعادل است، اما شرط کافی نیست.

✓ نکته: برقراری تعادل، لزوماً به معنی برابر شدن غلظت مواد شرکت کننده در واکنش تعادل نیست، بلکه غلظت مواد در لحظه‌ی تعادل و پس از آن باید ثابت بماند و تغییر نکند.

پ) واکنش تهیه آمونیاک از عناصر سازنده‌اش یک واکنش برگشت‌پذیر است و تنها در صورتی که در یک ظرف دربسته انجام شود، می‌تواند به تعادل برسد و غلظت مواد شرکت کننده در آن ثابت بماند.

ت) واکنش سوختن آلکن‌ها، از نوع یک طرفه است. از این رو حتی اگر در یک ظرف دربسته نیز انجام شود، بازهم به تعادل نمی‌رسد و خواص ماکروسکوپی سامانه تا پایان واکنش همواره تغییر می‌کند.

ث) در لحظه‌ی تعادل، سرعت واکنش در جهت رفت و برگشت برابر می‌شود، نه سرعت حرکت ذره‌ها!

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۳۱۸ اگر ثابت یونش اسید را در دمای $۵۰^\circ C$ با $K_۲$ و در دمای $۳۰^\circ C$ با $K_۱$ نمایش دهیم، می‌توان نوشت:

$$[H^+] = \sqrt{K_a.M.(۱-\alpha)} \xrightarrow{\alpha<۰/۰۱} \frac{[H^+]_۲}{[H^+]_۱} = \sqrt{\frac{k_۲}{k_۱} \times \frac{M_۲}{M_۱}} \xrightarrow{\text{غلظت برابر}} \left(\frac{[H^+]_۲}{[H^+]_۱}\right)^۲ = \frac{K_۲}{K_۱} = ۴ \Rightarrow \frac{[H^+]_۲}{[H^+]_۱} = ۲$$

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

www.MrKanoor.com
SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۱۹ مواد اول و چهارم درست‌اند.

بررسی همهٔ موارد:

- معادله یونش پنتانوئیک اسید در آب به صورت زیر است:

$$CH_3(CH_2)_3COOH \rightleftarrows \underbrace{CH_3(CH_2)_3COO^-}_{\text{یون پنتانوات}} + H^+$$

در این محلول غلظت یون پنتانوات با غلظت یون هیدرونیوم برابر است.

- اسید موجود در سرکه، اتانوئیک اسید است که در شرایط یکسان، قوی‌تر از پنتانوئیک اسید است.

✓ در کربوکسیلیک اسیدها $(RCOOH)$، هر چه زنجیر هیدروکربنی (R) کوتاه‌تر باشد، در شرایط یکسان قدرت اسیدی بیشتری دارد.

- با خروج یک لیتر محلول از ظرف، غلظت مولی تغییر نمی‌کند و pH نیز تغییر نمی‌کند.
- در شرایط یکسان دما و غلظت، قدرت اسیدی HNO_2 بیشتر از کربوکسیلیک اسیدها است؛ بنابراین رسانایی الکتریکی HNO_2 نیز بیشتر خواهد بود.

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۳۲۰ سدیم هیدروکسید $(NaOH)$، یک باز قوی بوده ولی یک ترکیب یونی است. واژه یونش برای ترکیب‌های مولکولی به کار می‌رود. برای ترکیب‌های یونی، واژه تفکیک به‌کار می‌رود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) اتانول و اتیلن گلیکول، الکل هستند و در آب به صورت مولکولی حل می‌شوند؛ لذا هیچ کدام از آن‌ها اسید یا باز نیستند و نمی‌توانند رنگ کاغذ pH را تغییر دهند.

۲) اسید ماده‌ای است که با انحلال در آب، $[H^+]$ را افزایش دهد. SO_2 و SO_3 به ترتیب قطبی و ناقطبی هستند و محلول هر دو در آب، خاصیت اسیدی دارد.

۴) سر مثبت مولکول‌های آب، H است و مولکول‌های آب از سمت اتم‌های هیدروژن خود به سمت یون برمید (Br^-) نزدیک می‌شوند.

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۲۱ pH آب خالص در دمای $25^\circ C$ برابر ۷ است؛ بنابراین pH محلول نیتروواسید برابر با ۴-۳=۷ است.

$$[H^+]=10^{-pH}=10^{-4}\Rightarrow 10^{-14}=[H^+]\times[OH^-]\Rightarrow[OH^-]=10^{-10}$$

غلظت مولی HNO_2 برابر است با:

$$[H^+]=M\alpha\rightarrow 10^{-4}=M\times 0/05\rightarrow M=2\times10^{-3}\,mol/L$$

جرم HNO_2 برحسب میلی‌گرم را به صورت زیر محاسبه می‌کنیم:

$$2\times10^{-3}\frac{mol}{L}\times 0/5L\times\frac{47g}{1mol}\times\frac{10^3mg}{1g}=47mg$$

برای قسمت دوم سوال، ابتدا غلظت یون هیدرونیوم در محلول اسید HB را محاسبه می‌کنیم:

$$K_a=\frac{[H^+]^2}{M-[H^+]}\simeq\frac{[H^+]^2}{M}\rightarrow10^{-6}=\frac{[H^+]^2}{0/04}\rightarrow[H^+]=2\times10^{-4}\,mol.L^{-1}$$

خواسته قسمت دوم سوال را به صورت زیر محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{[OH^-]_{HNO_2}}{[H^+]_{HB}}=\frac{10^{-10}}{2\times10^{-4}}=\frac{1}{2}\times10^{-6}=5\times10^{-7}$$

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۳۲۲ معادله موازنه شده دو واکنش به صورت زیر است:

$$2K(s)+2HBr(aq)\rightarrow 2KBr(aq)+1H_2(g)$$

$$2K(s)+2HCN(aq)\rightarrow 2KCN(aq)+1H_2(g)$$

اگر مقدار مساوی پتاسیم، با غلظت برابر از هیدروبرمیک اسید و هیدروسیانیک اسید واکنش دهد، طبق ضرایب استوکیومتری، حجم گاز H_2 تولید شده در پایان دو واکنش برابر خواهد بود؛ اما سرعت واکنش پتاسیم با اسید قوی‌تر (HBr) بیش‌تر است و در زمان‌های ابتدایی، گاز H_2 به میزان بیش‌تری تولید می‌شود.

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۳۲۳ در شکل داده شده، ۳ ذره یون هیدرونیوم وجود دارد که مقدار آن در محلول برابر ۰/۳ مول است. چون حجم محلول، ۱۰ لیتر است؛ در نتیجه غلظت یون هیدرونیوم برابر ۰/۰۳ مولار است، بنابراین داریم:

$$pH=-Log[H^+]\Rightarrow pH=-\log^{3\times10^{-2}}=-[\log^3-2]=1/5$$

براساس شکل، ۳ مولکول HA، یونیده شده و ۵ مولکول HA نیز به صورت یونیده نشده در ظرف وجود دارد. بنابراین درصد یونش HA نیز برابر است:

$$\alpha=\frac{[H^+]}{M_{اولیه}}=\frac{3}{8}\times100=37/5\%$$

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۲۴ برای این منظور محلول پتاسیم هیدروکسید لازم است.

بررسی برخی گزینه‌ها:

۱) زیرا این ترکیب در آب نامحلول است.

۴) به ازای هر گروه استری ۲ پیوند یگانه $C-O$ وجود دارد.

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۳۲۵ واکنش مورد نظر را می‌نویسیم و سپس موازنه می‌کنیم:

$$2CH_3(CH_2)_{16}COOH + C_3H_8O_3 \rightarrow \begin{array}{l} CH_2O\overset{O}{\overset{\|}{C}}(CH_2)_{16}CH_3 \\ | \\ CH_2O\overset{O}{\overset{\|}{C}}(CH_2)_{16}CH_3 \end{array} + 2H_2O$$

جرم مولی استر حاصل را به‌دست آورده و درصد جرمی اکسیژن را در آن محاسبه می‌کنیم:

$$O \text{ درصد جرم اکسیژن در استر} = \frac{\text{جرم اکسیژن}}{\text{جرم استر}} \times 100 = \frac{64}{594} \times 100 \simeq 10/77$$

حال جرم آب تولیدی طی مصرف یک مول الکل را محاسبه می‌کنیم:

$$?g\,H_2O = 1mol\,C_3H_8O_3 \times \frac{2mol\,H_2O}{1mol\,C_3H_8O_3} \times \frac{18g\,H_2O}{1mol\,H_2O} = 36g\,H_2O$$

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۳۲۶ با اضافه شدن صابون به مخلوط آب و روغن، مولکول‌های صابون با بخش ناقطبی (یعنی قسمت چربی‌دوست) خود با مولکول‌های چربی جاذبه برقرار می‌کنند.

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

۳۲۷ منظور از مخلوط ناپایدار که نور را پخش می‌کند، سوسپانسیون می‌باشد.

بررسی همهٔ موارد:

مورد اول: نادرست- اوره یک ماده قطبی است و توانایی تشکیل پیوند هیدروژنی را نیز دارد. در نتیجه در حلال‌های قطبی مثل آب محلول تشکیل می‌دهد.

مورد دوم: نادرست- ذره‌های سازندهٔ سوسپانسیون، ذرات ریز ماده است.

مورد سوم: نادرست – برای مثال اگر مخلوط آب و روغن باشد، می‌توانیم با اضافه کردن کمی صابون آن را تبدیل یک مخلوط پایدار (کلوئید) کنیم اما هرگز تبدیل به یک مخلوط همگن (محلول) نمی‌شود.

مورد چهارم: نادرست – سس مایونز یک کلوئید است. مقایسه اندازهٔ ذرات: محلول < کلوئید < سوسپانسیون

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۳۲۸ تنها مورد دوم نادرست است.

مورد دوم: SO_3^{-} در ساختار پاک‌کننده‌های غیرصابونی شرکت دارد نه SO_3^{2-}.

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۳۲۹ اگر در ترکیب داده شده به جای R گروه اتیل قرار گیرد، ترکیبی به دست می‌آید که در آن بخشی ناقطبی تعداد کربن زیادی ندارد؛ پس نمی‌توان آن را به عنوان یک پاک‌کننده مناسب در نظر گرفت.

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۳۳۰ موارد «الف» و «ب» و «پ» درست هستند. بررسی برخی موارد:

مورد «ب»: افزودن نمک‌های فسفات به صابون‌ها باعث واکنش فسفات با یون‌های کلسیم و منیزیم شده و از سختی آب می‌کاهد؛ بنابراین از این صابون‌ها در آب‌های سخت می‌توان استفاده کرد و نیاز به تولید پاک‌کننده‌های غیرصابونی برای استفاده در آب سخت کاهش می‌یابد.

مورد «پ»: از نوعی صابون سنتی در تنور نان سنگک برای چرب کردن سطح سنگ‌ها استفاده می‌شود.

مورد «ت»: افزودن ترکیب‌های کلردار باعث افزایش خاصیت ضدعفونی‌کنندگی و میکروب‌کشی می‌شود.

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۳۱ ابتدا غلظت یون کلسیم را به مولار تبدیل می‌کنیم:

$$a = ppm \times ۱۰^{-۴} \Rightarrow a = ۶۴ \times ۱۰^{-۴} \Rightarrow C_M = \frac{۱۰ \times a \times d}{\text{جرم مولی}} = \frac{۱۰ \times ۶۴ \times ۱۰^{-۴} \times ۱}{۴۰} = ۱۶ \times ۱۰^{-۴} mol.L^{-۱}$$

$$\left[X^{۲+}\right] = \left[Ca^{۲+}\right] + \left[Mg^{۲+}\right] = ۱۶ \times ۱۰^{-۴} mol.L^{-۱} + ۴ \times ۱۰^{-۴} mol.L^{-۱} = ۲ \times ۱۰^{-۳} mol.L^{-۱}$$

واکنش موازنه شده:

$$۳X^{۲+} + ۲Na_۳PO_۴ \rightarrow ۶Na^{+} + X_۳(PO_۴)_۲$$

$$?g \text{ پودر} = ۳L \text{ آب سخت} \times \frac{۲ \times ۱۰^{-۳} mol\, X^{۲+}}{۱L \text{ آب سخت}} \times \frac{۲ mol\, Na_۳PO_۴}{۳ mol\, X^{۲+}} \times \frac{۱۶۴ g\, Na_۳PO_۴}{۱ mol\, Na_۳PO_۴} \times \frac{\text{۱۰۰ g پودر}}{۴۱ g\, Na_۳PO_۴} = ۱/۶ g \text{ پودر}$$

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۳۳۲ ابتدا معادله واکنش را نوشته و موازنه می‌کنیم:

$$۲NaOH + ۲Al + ۶H_۲O \rightarrow ۲NaAl(OH)_۴ + ۳H_۲$$

جرم آلومینیم را x و جرم سدیم هیدروکسید را $۳۰/۱۵ - x$ در نظر می‌گیریم:

$$?g\, NaOH = x g\, Al \times \frac{۱ mol\, Al}{۲۷ g\, Al} \times \frac{۲ mol\, NaOH}{۲ mol\, Al} \times \frac{۴۰ g\, NaOH}{۱ mol\, NaOH} = ۳۰/۱۵ - x g \Rightarrow x = ۱۲/۱۵ g\, Al$$

با استفاده از جرم آلومینیم مصرفی، حجم $H_۲$ تولید شده را به‌دست می‌آوریم:

$$?L\, H_۲ = ۱۲/۱۵ g\, Al \times \frac{۱ mol\, Al}{۲۷ g\, Al} \times \frac{۳ mol\, H_۲}{۲ mol\, Al} \times \frac{۲۲/۴ L\, H_۲}{۱ mol\, H_۲} = ۱۵/۱۲ L\, H_۲$$

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۳۳۳ عبارت اول درست است. $CaO(s) + H_۲O(l) \rightarrow Ca(OH)_۲(aq) \rightarrow Ca^{۲+}(aq) + ۲OH^{-}(aq)$

عبارت دوم نادرست است. در مورد مقایسهٔ میزان اسیدی بودن محلول‌ها نمی‌توان از نظریهٔ آرنیوس کمک گرفت.

عبارت سوم درست است. باریم اکسید **(BaO)** و لیتیم هیدروکسید **(LiOH)** باز آرنیوس هستند.

عبارت چهارم نادرست است. اسیدهای آرنیوس می‌توانند در ساختار خود اتم **H** نداشته باشند مانند، $N_۲O_۵$

عبارت پنجم درست است. محلول **HCl** یک پاک‌کننده خورنده است.

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۳۳۴ مطابق رابطه $[H^{+}] = M\alpha n$، $[H^{+}]$ و pH، علاوه بر درجه یونش به غلظت اولیه اسید نیز وابسته است. یعنی اگر درجه یونش اسید HA بزرگ‌تر از HB باشد، لزوماً نمی‌توان گفت که pH اسید HA کمتر است. باید به غلظت اولیه اسید نیز دقت شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) معادله موازنه شده واکنش به صورت زیر است:

$$Mg(OH)_۲ + ۲HCl \rightarrow ۲H_۲O + MgCl_۲$$

مجموع ضرایب استوکیومتری مواد برابر با ۶ است.

۲) دیواره داخلی معده به طور طبیعی مقدار کمی از یون‌های هیدرونیوم را دوباره جذب می‌کند. این جذب سبب نابودی سلول‌های سازنده دیواره معده می‌شود. حال اگر مقدار اسید معده به هر دلیل بیش از اندازه باشد، شمار یون‌های جذب شده افزایش یافته و سبب درد، التهاب و گاهی خونریزی معده می‌شود.

۴) آب گازدار و شیرترش شده هر دو اسیدی هستند، در حالی که جوش‌شیرین $(NaHCO_۳)$ که نام دیگر آن سدیم هیدروژن کربنات است، خاصیت بازی دارد.

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud

۳۳۵ معادله یونش باز در آب به صورت مقابل است:

$$B(OH)_2(aq) \rightleftarrows B^{2+}(aq) + 2OH^-(aq)$$

از طریق مول B^{2+} تولید شده، مقدار $B(OH)_2$ مصرف شده به دست می‌آید:

$$0/02\,mol\,B^{2+} \times \frac{1\,mol\,B(OH)_2}{1\,mol\,B^{2+}} = 0/02\,mol$$

مقدار $B(OH)_2$ اولیه برابر است با:

$$\text{مقدار اولیه باز} \Rightarrow \text{مقدار اولیه باز} = \text{مقدار باقی‌مانده} + \text{مقدار مصرف‌شده} = 0/02 + 0/05 = 0/07\,mol$$

درصد یونش باز برابر است با:

$$\alpha = \frac{\text{مول مصرف‌شده باز}}{\text{مول اولیه باز}} \times 100 \Rightarrow \alpha = \frac{0/02}{0/07} \times 100 \simeq 28/5\%$$

مقدار درجه یونش اسید نیز برابر است با:

$$\alpha = \frac{2}{7}$$

غلظت OH^- در محلول به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$[OH^-] = M.\alpha.n \Rightarrow [OH^-] = \frac{0/07\,mol}{2L} \times \frac{2}{7} \times 2 = 2 \times 10^{-2}\,mol.L^{-1}$$

pOH باز برابر است با:

$$pOH = -\log[OH^-] = -Log\,2 \times 10^{-2} = 1/7$$

مقدار pH نیز به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$pH + pOH = 14 \Rightarrow pH = 14 - 1/7 = 12/3$$

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۳۳۶ **بررسی همه موارد:**

- pH اسید HB کمتر از HA است، پس HB اسید قوی‌تری بوده و رسانایی الکتریکی بیشتری دارد. به عبارتی دیگر مجموع غلظت یون‌ها در محلول HB بیشتر است.

- باتوجه به اینکه pH اسید HA، یک واحد بزرگ‌تر از اسید HB است، لذا $[H^+]$ در HA، ۰/۱ برابر غلظت $[H^+]$ در HB است و می‌توان نوشت:

$$[H^+] = M\alpha n \Rightarrow \frac{[H^+]_{HA}}{[H^+]_{HB}} = \frac{M_{HA}}{M_{HB}} \times \frac{\alpha_{HA}}{\alpha_{HB}} \Rightarrow 0/1 = \frac{\alpha_{HA}}{\alpha_{HB}}$$

اگر میخوای یه جور دیگه هم اثبات کنیم، بیا:

$$pH_{HB} = a \rightarrow [H^+]_{HB} = 10^{-a} = M_{HB}.\alpha_{HB} \Rightarrow \frac{\alpha_{HB}}{\alpha_{HA}} = 10 \rightarrow \alpha_{HB} = 10\alpha_{HA} \Rightarrow$$

$$pH_{HA} = a + 1 \rightarrow [H^+]_{HA} = 10^{-a} \times 10^{-1} = M_{HA}.\alpha_{HA} \Rightarrow \alpha_{HA} = 0/1\alpha_{HB}$$

چون Ka در هر دو اسید کوچکتر از 10^{-3} است، لذا می‌توان از $[H^+]$ در مخرج فرمول زیر صرف‌نظر کرد.

براین اساس داریم:

- در هنگام تعادل غلظت اجزاء ثابت می‌ماند. پس در هنگام به تعادل رسیدن هر دو اسید، غلظت مولکول‌های HB ثابت خواهد ماند.

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۳۷ پس از برقراری تعادلی در سامانه تعادلی، (برگشت) $\overline{R}$ = (رفت) $\overline{R}$ خواهد بود. اما از آنجایی که ضرایب این مواد می‌تواند متفاوت باشد، سرعت تک‌تک آن‌ها می‌تواند متفاوت باشد. برای مثال:

$$2SO_3(g) \rightleftharpoons O_2(g) + 2SO_2(g) \rightarrow \begin{cases} \xrightarrow{\text{برقراری تعادل}} \overline{R}_{(\text{رفت})} = \overline{R}_{(\text{برگشت})} \\ \rightarrow \overline{R}_{\substack{(\text{تولید و مصرف}) \\ SO_2}} = 2\overline{R}_{\substack{(\text{تولید و مصرف}) \\ O_2}} \end{cases}$$

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) مقدار K_a بیانی از پیشرفت واکنش تعادلی است و نمی‌توان به وسیله آن در مورد سرعت واکنش اظهارنظر قطعی کرد.

۳) مقدار جرم مواد به مقدار مول و جرم مولی آن‌ها بستگی دارد. این موضوع ارتباطی با ثابت تعادل ندارد.

۴) مقدار عددی ثابت تعادل تنها به دما وابسته است.

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

۳۳۸ پس از یونش غلظت و مقدار یون‌های H^+ و X^- با هم برابر است؛ درنتیجه شمار یون‌های H^+ برابر با $1/204\times10^{21}$ عدد است. بنابراین داریم:

$$1/204\times10^{21}\times\frac{1\,mol\,H^+}{6/02\times10^{23}\,H^+} = 2\times10^{-3}\,mol \Rightarrow [H^+]_{\text{اولیه}} = \frac{2\times10^{-3}\,mol\,H^+}{0/2L} = 10^{-2}\,mol.L^{-1}$$

pH محلول اولیه برابر است با:

$$pH = -\log[H^+] = -Log10^{-2} = 2$$

$$\frac{pH_{\text{نهایی}}}{pH_{\text{اولیه}}} = 0/9 \Rightarrow \frac{pH_{\text{نهایی}}}{2} = 0/9 \Rightarrow pH_{\text{نهایی}} = 1/8$$

مطابق فرض سوال داریم:

اکنون می‌توان $[H^+]_{\text{نهایی}}$ را بدست آورد:

$$[H^+] = 10^{-1/8} = 10^{-3}\times10^{1/2} = 10^{-3}\times10^{1/2} = 10^{-3}\times10^{0/6}\times10^{0/6} = 16\times10^{-3}\,mol.L^{-1}$$

اگر حجم محلول ثانویه (اضافه شده) را برابر V لیتر درنظر بگیریم، می‌توان $[H^+]$ را در محلول دوم بدست آورد:

$$[H^+] = M\alpha n \Rightarrow [H^+] = 10^{-1}\times20\times10^{-2} = 2\times10^{-2}\,mol.L^{-1} \Rightarrow mol\,H^+ = 2\times10^{-2}\times V$$

اکنون می‌توان نوشت:

$$[H^+]_{\text{نهایی}} = \frac{\text{mol } H^+ \text{ محلول اول} + \text{mol } H^+ \text{ محلول دوم}}{\text{حجم کل}} \Rightarrow 16\times10^{-3} = \frac{2\times10^{-3} + 2\times10^{-2}V}{0/2 + V}$$

$$\Rightarrow V = 0/3L = 300mL$$

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۳۹ عبارت‌های (الف) و (پ) نادرست‌اند.

بررسی همه موارد:

الف) با کاغذ pH، می‌توان به طور تقریبی pH محلول‌های آبی را تعیین کرد نه به طور دقیق!

ب) کاملاً درسته!

پ) در دمای اتاق، pH همه محلول‌های آبی (نه همه محلول‌ها) در گستره صفر تا ۱۴ است.

ت) برای پرهیز از بیان غلظت‌های کم و بسیار کم یون هیدرونیوم می‌توان از کمیت pH استفاده کرد زیرا اعدادی به مراتب ساده‌تر و قابل فهم‌تر ارائه می‌دهد. این کمیت برای محلول‌های آبی در دمای اتاق با اعدادی در گستره ۰ تا ۱۴ بیان می‌شود.

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

۳۴۰ نمودار نشان دهنده‌ی رابطه $pH + pOH = ۱۴$ است که در دمای اتاق برقرار می‌باشد، در هر نقطه از این نمودار، رابطه مذکور برقرار است؛

$$pH + pOH = ۱۴ \rightarrow pH + ۱۱/۷ = ۱۴ \rightarrow pH = ۲/۳$$

بنابراین می‌توان pH محلول را بدست آورد:

غلظت اسید را با استفاده از pH محلول محاسبه می‌کنیم:

$$M = [H^+] = ۱۰^{-pH} = ۱۰^{-۲/۳} = ۱۰^{-۳+۰/۷} = ۵ \times ۱۰^{-۳}\ mol.L^{-۱}$$

حجم گاز هیدروژن کلرید برابر است با:

$$۴L\ HCl_{محلول} \times \frac{۵ \times ۱۰^{-۳}\ mol\ HCl}{۱L\ HCl_{محلول}} \times \frac{۲۴L\ HCl}{۱mol\ HCl} \times \frac{۱۰۰۰mL\ HCl}{۱L\ HCl} = ۴۸۰mL$$

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

۳۴۱ در دمای اتاق مقدار K_w برابر $۱۰^{-۱۴}$ است و می‌دانیم که مقدار $pH + pOH$ برابر ۱۴ خواهد بود. در این دما مقدار K_w برابر $۱۰^{-۱۳/۴}$ است؛ در نتیجه:

$$pH + pOH = ۱۳/۴$$

مقدار غلظت مولی OH^- در باز برابر است با:

$$[OH^-] = M\alpha n \Rightarrow [OH^-] = ۰/۱ \times ۰/۰۲ = ۲ \times ۱۰^{-۳}\ mol.L^{-۱}$$

مقدار pOH را می‌توان به صورت مقابل محاسبه کرد:

$$pOH = -\log[OH^-] = -\log ۲ \times ۱۰^{-۳} = -[\log ۲ - ۳] = ۲/۷$$

مقدار pH نیز برابر است با:

$$pH + pOH = ۱۳/۴ \Rightarrow pH = ۱۳/۴ - ۲/۷ = ۱۰/۷$$

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۴۲ الکترولیت بودن ارتباطی با محلول و یا نامحلول بودن ترکیب مورد نظر در آب ندارد. برای مثال نقره کلرید $(AgCl)$، ترکیبی نامحلول در آب است اما الکترولیتی قوی به شمار می‌آید، چون همان مقدار کمی که از آن در آب حل شده است به طور کامل یونیده می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) رسانایی الکتریکی یک محلول به مجموع غلظت مولی یون‌های آن وابسته است. بنابراین عامل غلظت، یکی از کمیت‌های مهمی است که در این قضیه باید درنظر گرفته شود. برای مثال: محلولی بسیار غلیظ از یک اسید ضعیف می‌تواند رسانایی الکتریکی بیشتری نسبت به محلول بسیار رقیق از یک اسید قوی داشته باشد.

۲) با افزایش طول زنجیره هیدروکربنی در کربوکسیلیک اسیدها، قدرت اسیدی آن‌ها کاهش می‌یابد؛ در نتیجه در شرایط یکسان غلظت و دما، هرچه زنجیره هیدروکربنی یک کربوکسیلیک اسید طولانی‌تر باشد، K_a و رسانایی الکتریکی آن کاهش می‌یابد.

۳) دقت کنید که مشابه این مورد در کنکور سراسری نیز مطرح شده است. در این دو محلول، مجموع غلظت یون‌ها با یکدیگر برابر است اما به سبب تفاوت نوع یون‌ها، رسانایی الکتریکی آن‌ها به یکدیگر نزدیک خواهد بود اما کاملاً برابر نخواهد بود.

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۳۴۳ مطابق شکل چون اسید یونیده نشده در محلول وجود دارد، Y یک اسید ضعیف است. یک مولکول از اسید ضعیف یونیده شده و ۴ مولکول آن به صورت یونیده نشده است، در نتیجه درجه یونش آن برابر است با:

$$\alpha = \frac{\text{مقدار یونیده شده}}{\text{مقدار اولیه (کل)}} \Rightarrow \alpha = \frac{1}{5} = 0/2$$

مقدار ثابت یونش اسید برابر است با:

$$K_a = \frac{M\alpha^2}{1-\alpha} \Rightarrow K_a = \frac{0/08 \times (0/2)^2}{1-0/2} = \frac{8\times10^{-2}\times4\times10^{-2}}{8\times10^{-1}} = 4\times10^{-3}\ mol.L^{-1}$$

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) مطابق کتاب درسی، طبق مدل آرنیوس نمی‌توان درباره میزان اسیدی بودن یک محلول اظهارنظر نکرد، پس نمی‌توان درباره ضعیف بودن یا قوی بودن آن طبق مدل آرنیوس بحث کرد.

۲) یک مثال نقض برای رد این گزینه کافی است. برای مثال HCN یک اسید تک پروتون‌دار ضعیف است که در ساختار آن پیوند سه‌گانه وجود دارد.

$$HCN \text{ ساختار لوویس} \Rightarrow H-C\equiv N:$$

۴) اگر اسید مربوط به ترکیب هیدروژن‌دار گروه ۱۷ باشد، از آنجا که ضعیف است، HF بوده و Z همان F^- است که دارای ۱۰ الکترون است. دقت کنید که F^- به سمت قطب مثبت میدان جهت‌گیری می‌کند.

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۴۴ فقط عبارت (پ) نادرست است.

بررسی همه موارد:

الف) ثابت بودن دما در محلول شماره ۱ و ۲ سبب ثابت ماندن K در این دو واکنش شده است. بنابراین می‌توان نوشت:

$$Ka_{۱,۲}=\frac{[H^+][X^-]}{[HX]}\Rightarrow Ka_{۱,۲}=\frac{۱۰^{-۳}\times ۱۰^{-۳}}{۲\times ۱۰^{-۲}}=۵\times ۱۰^{-۵}\ mol.L^{-۱}$$

ب) باتوجه به مورد (الف) ثابت یونش در محلول شماره ۲ برابر ۵×۱۰^{-۵} می‌باشد و مقدار K در محلول شماره ۳ برابر است با:

$$Ka_۳=\frac{[H^+][X^-]}{[HX]}\Rightarrow Ka_۳=\frac{۲\times ۱۰^{-۳}\times ۲\times ۱۰^{-۳}}{۱۰^{-۲}}=۴\times ۱۰^{-۴}\ mol.L^{-۱}$$

اکنون داریم:

$$\frac{Ka_۳}{Ka_۲}=\frac{۴\times ۱۰^{-۴}}{۵\times ۱۰^{-۵}}=۸$$

پ) مطابق محاسبات زیر، اختلاف pH دو محلول برابر ۰/۳ واحد است:

محلول ۱ $\rightarrow[H^+]=۱۰^{-۳}\Rightarrow pH=۳$ محلول ۲ $\rightarrow[H^+]=۲\times ۱۰^{-۳}\Rightarrow pH=۳-۰/۳=۲/۷$

ت) Ka در محلول شماره ۲ کم بوده و برابر ۵×۱۰^{-۵} است. از طرفی می‌دانیم که: $[H^+]=[X^-]$

بنابراین می‌توان نوشت:

$$Ka_۲=\frac{[H^+][X^-]}{[HX]}\Rightarrow ۵\times ۱۰^{-۵}=\frac{۰/۰۰۲\times ۰/۰۰۲}{[HX]}\Rightarrow [HX]=m=۰/۰۸\ mol.L^{-۱}$$

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۳۴۵ در شرایط یکسان، چون Ka مربوط به اسید HX بزرگ‌تر از HY است، لذا HX اسیدی قوی‌تر از HY بوده و به این ترتیب عبارت‌های دوم و سوم درست است.

بررسی همه موارد:

- ثابت یونش HX از HY بزرگ‌تر است و در شرایط یکسان، یون‌های بیشتری از یونش آن حاصل می‌شود، پس نسبت غلظت مولی X^- به Y^- باید بزرگ‌تر از یک باشد.
- باتوجه به اینکه HX، اسیدی قوی‌تر است، لذا با سرعت بیشتری با نوار منیزیم واکنش داده و در مدت زمان کمتری مصرف می‌شود. به عبارت دیگر شیب نمودار مولار-زمان آن بیشتر است.
- از آنجا که HX، اسید قوی‌تری است و هر دو اسید غلظت یکسانی دارند، پس غلظت یون هیدرونیوم در HX بیشتر خواهد بود.
- اگر HX فورمیک اسید باشد، HY باید اسید ضعیف‌تری از فورمیک اسید باشد ولی نیترواسید اینطور نیست و از فورمیک اسید قوی‌تر است.

مقایسه قدرت اسیدی: $HF > HNO_۲ > HCOOH > CH_۳COOH > HCN$

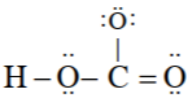
(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۴۶ طبق جدول زیر، $NaHCO_3$ به تنهایی جزء مواد موثر در ضد اسیدها است:

شماره ضد اسید	۱	۲	۳
ماده موثر	$Al(OH)_3, NaHCO_3$	$Al(OH)_3, Mg(OH)_2$	$NaHCO_3$

این ترکیب از آنیون چند اتمی هیدروژن کربنات (HCO_3^-) تشکیل شده و ساختار لوویس آن به صورت زیر رسم می‌شود.



در ساختار هر واحد از این ماده، ۵ پیوند اشتراکی وجود دارد.

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۳۴۷ عبارت‌های اول، دوم، چهارم و پنجم درست‌اند.

بررسی همه موارد:

- رنگ گل ادریسی به میزان اسیدی بودن خاک بستگی دارد. این گل در خاک اسیدی و بازی، به ترتیب به رنگ آبی و سرخ است.
- برخی از داروها و غذاها، خاصیت اسیدی دارند و سبب تشدید بیماری‌های معده می‌شوند.
- آمونیاک جزء بازهای ضعیف است، بنابراین در آب به طور کامل یونش نمی‌یابد.
- خاصیت اسیدی محلول‌ها به $[H^+]$ در آن‌ها وابسته است.

$$\left.\begin{array}{l}\text{محلول (۱)}: [H^+] = 10^{-pH} = 10^{-1}\ mol.L^{-1} \\ \text{محلول (۲)}: [H^+] = 10^{-pH} = 10^{-2}\ mol.L^{-1}\end{array}\right\} \rightarrow \frac{\text{خاصیت اسیدی محلول (۱)}}{\text{خاصیت اسیدی محلول (۲)}} = \frac{10^{-1}}{10^{-2}} = 10$$

- واکنش میان لوله بازکن $(NaOH)$ و جوهرنمک (HCl) به صورت زیر است:

$$HCl(aq) + NaOH(aq) \rightarrow NaCl(aq) + H_2O(l)$$

همان طور که مشخص است، یون‌های Na^+ و Cl^- به صورت آبپوشیده (aq) در محلول باقی مانده‌اند.

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۳۴۸ در ابتدا با توجه به رابطه‌ای که از سال دهم آموختیم، غلظت مولار محلول سدیم هیدروکسید را بدست می‌آوریم:

$$M = \frac{10ad}{\text{جرم مولی}} \rightarrow M = \frac{10 \times 0/08 \times 1}{40} = 0/02\ mol.L^{-1}$$

$[H^+]$ در محلول HCl برابر است با:

$$[H^+] = 10^{-pH} = M.\cancel{\alpha}^{1}.\cancel{n}^{1} \Rightarrow [H^+] = 10^{-2}\ mol.L^{-1} \Rightarrow M_{HCl} = 10^{-2}\ mol.L^{-1}$$

از آنجایی که قرار است محلولی با $pH = 7$ بدست آید، متوجه می‌شویم که اسید و باز به طور کامل با یکدیگر خنثی شوند. اکنون می‌توان از رابطه خنثی شدن اسید و باز استفاده کرد:

$$\underbrace{M_a.V_a.n_a}_{HCl} = \underbrace{M_b.V_b.n_b}_{NaOH} \rightarrow 0/01 \times V_a \times 1 = 0/02 \times 50 \times 1 \rightarrow V_a = 100\ mL$$

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۴۹ انحلال کلسیم کلرید در آب گرماده است و با افزودن آن به آب خالص، دمای آب افزایش می‌یابد. از طرفی ثابت یونش آب به دما وابسته است و با تغییر دما تغییر می‌کند، در نتیجه غلظت یون‌های H^+ و OH^- نیز تغییر کرده و $[H^+]\times[OH^-]$ ثابت نمی‌ماند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) از آنجا که جرم مولی دو ماده متفاوت است، در جرم برابر از دو ماده هر یک مول متفاوتی خواهند داشت و در حجم یکسان، غلظت مولی آن‌ها متفاوت است، در نتیجه pH متفاوتی نیز خواهند داشت.

۲) مطابق کتاب درسی، pH معده در زمان استراحت برابر ۳/۷ است در حالی که pH خون حدود ۷/۴ است.

۴) کربوکسیلیک اسیدها، جز اسیدهای ضعیف هستند و یونش آن‌ها در آب به صورت جزئی است.

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

۳۵۰ فقط مورد دوم درست است.

بررسی همه موارد:

- می‌دانیم که مقدار Ka برای محلول اول بیشتر از سایر محلول‌ها است: $Ka_1 > Ka_3 > Ka_2$

اگرچه مقایسه صحیحی از قدرت و مقدار ثابت یونش اسیدی را داریم اما تفاوت ثابت یونش نیتریک اسید به عنوان اسید قوی با ثابت یونش نیترواسید باید بسیار بیشتر از تفاوت ثابت یونش نیترواسید و فورمیک اسید باشد. فورمیک اسید و نیترواسید، جز اسیدهای ضعیف هستند و مقدار Ka آن‌ها بسیار کمتر از نیتریک اسید است.

- از آنجایی که غلظت اولیه این محلول‌ها یکسان است، هرچه ثابت یونش بیشتر باشد، مقدار درجه یونش نیز بیشتر خواهد بود.

- هرچه یک اسید ضعیف‌تر باشد شمار مولکول‌های اسید یونش نیافته در محلول بیشتر بوده و از طرفی شمار یون‌های تولید شده کمتر است، درنتیجه میان این سه محلول بیشترین نسبت مربوط به ضعیف‌ترین اسید یعنی محلول شماره ۲ خواهد بود.

- هرچه محلول اسیدی، ثابت یونش بیشتری داشته باشد سرعت تولید گاز هیدروژن در واکنش با فلز منیزیم در این محلول نیز بیشتر خواهد بود، اما مقدار این گاز به غلظت اولیه اسید بستگی دارد و از آنجایی که غلظت اولیه این سه محلول برابر است، مقدار گاز هیدروژن تولید شده در هر سه واکنش برابر خواهد بود.

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۳۵۱ ابتدا می‌توان $[H^+]$ را در محلول بدست آورد:

$$[H^+]=۱۰^{-pH}=۱۰^{-۱/۳}=۱۰^{-۲}\times۱۰^{۰/۷}=۵\times۱۰^{-۲}\,mol.L^{-۱}$$

$$[H^+]=M.\alpha.n \Rightarrow ۵\times۱۰^{-۲}=M\times۰/۰۲\times۱\Rightarrow M=۲/۵\,mol.L^{-۱}$$

غلظت مولی اسید برابر است با:

مقدار مول اسید حل شده نیز به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$M=\frac{mol}{V(L)}\Rightarrow ۲/۵=\frac{x}{۰/۶}\Rightarrow x=۱/۵\,mol \xrightarrow{\text{تبدیل به گرم}} ۱/۵\times۴۷=۷۰/۵g$$

باتوجه به اینکه $d=۱g.mL^{-۱}$ است، پس $۶۰۰mL$ آب، برابر $۶۰۰g$ بوده و داریم:

آب	اسید
۶۰۰g	۷۰/۵g
۱۰۰g	?

$$\Rightarrow ?=۱۱/۷۵g$$

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۵۲ در محلول شیشه پاک‌کن، آمونیاک وجود دارد که یونش آن در آب به صورت مقابل است:

$$NH_3 \rightleftarrows NH_4^+ + OH^-$$

کاتیون چند اتمی حاصل از یونش، NH_4^+ است. این یون در ساختار برخی صابون‌های مایع یافت می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲) استفاده از کلمه پاک‌کننده صابونی برای NaOH نادرست است، زیرا NaOH یک پاک کننده خورنده به شمار می‌رود.

۳) قدرت بازی یا اسیدی به ثابت یونش آن‌ها وابسته است، بنابراین قدرت بازی با تغییر غلظت تغییر نمی‌کند و فقط به نوع باز بستگی دارد.

۴) گل ادریسی در محیط اسیدی (با pH کمتر از ۷) به رنگ آبی در می‌آید.

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۳۵۳ برای حل سوال باید مقدار باقی مانده CaO را بدست آوریم. ابتدا مقدار مصرف شده آن را محاسبه می‌کنیم:

$$HCl \Rightarrow pH = 1 \Rightarrow [H]^+ = 10^{-1} \Rightarrow [H^+] = M.\alpha.n \Rightarrow 10^{-1} = M_{HCl}$$

از طرفی می‌توان نوشت:

$$M_{HCl} = \frac{mol}{L} \Rightarrow 10^{-1} = \frac{mol}{10} \Rightarrow mol_{HCl} = 1$$

جرم CaO مصرف شده برابر است با:

$$1 mol\ HCl \times \frac{1 mol\ CaO}{2 mol\ HCl} \times \frac{56 g\ CaO}{1 mol\ CaO} = 28 g$$

جرم و مول باقی مانده CaO برابر است:

$$\text{جرم CaO باقی‌مانده} = 42 - 28 = 14 g \xrightarrow{\text{تبدیل به مول}} 14 g\ CaO \times \frac{1 mol\ CaO}{56 g\ CaO} = 0/25 mol$$

واکنش کلسیم اکسید با آب به صورت زیر است:

$$CaO + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 \rightarrow 1Ca^{2+} + 2OH^-$$

مقدار مول OH^- برابر است با:

$$0/25 mol\ CaO \times \frac{2 mol\ OH^-}{1 mol\ CaO} = 0/5 mol \xrightarrow{\text{تبدیل به غلظت}} M_{OH^-} = \frac{mol}{L} = \frac{0/5}{0/5} = 1$$

بنابرایم داریم:

$$pOH = -Log[OH^-] = -Log[1] = 0 \Rightarrow pH + pOH = 14 \Rightarrow pH = 14$$

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۳۵۴ مورد اول: نور در هنگام عبور از کلوئید، برخلاف محلول، پخش می‌شود و کلوییدها کدر هستند. (نادرست)

مورد دوم: درست است.

مورد سوم: مقایسه ذره‌های سازنده انواع مخلوطها به صورت زیر است: (درست) محلول > کلویید > سوسپانسیون: مقایسه اندازه ذره‌ها

مورد چهارم: آب گل‌آلود نمونه‌ای از سوسپانسیون بوده که ناپایدار است و ذره‌های پخش شده آن به مرور زمان رسوب می‌کند. (نادرست)

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۳۵۵ در میان موارد مطرح شده پاک‌کننده‌های صابونی و غیرصابونی فقط در مورد دوم یعنی تشکیل نیروی بین مولکولی واندروالسی میان بخش چربی دوست (آب‌گریز) خود و مولکول‌های چربی یکسان می‌باشند.

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۳۵۶ گزینهٔ «۱» : این واکنش گرماده است نه گرماگیر.

گزینهٔ «۲» : پاک‌کنندهٔ خورنده می‌تواند خاصیت اسیدی داشته باشد یا خاصیت بازی!

گزینهٔ «۴» : پاک‌کنندهٔ صابونی فقط بر اساس بر هم کنش فیزیکی با آلاینده عمل می‌کند.

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۵۷ بررسی موارد:

$$N_2O_5 + H_2O \rightarrow 2H^+ + 2NO_3^-$$

مورد اول نادرست است.

$$27g\,N_2O_5 \times \frac{1mol\,N_2O_5}{108g\,N_2O_5} \times \frac{4mol\,\text{یون}}{1mol\,N_2O_5} \times \frac{6/02\times10^{23}\,\text{یون}}{1mol\,\text{یون}} = 6/02\times10^{23}\,\text{یون}$$

مورد دوم درست است. $\underbrace{Li_2O + H_2O}_{2} \rightarrow 2LiOH$

مورد سوم درست است. HF و NH_3 به‌ترتیب اسید و باز ضعیف هستند و به صورت کامل یونش نمی‌یابند.

مورد چهارم نادرست است. مواد HF، HCl، SO_3 و CO_2 در آب خاصیت اسیدی دارند و کاغذ pH را قرمز می‌کنند.

مورد پنجم نادرست است. براساس نظریهٔ آرنیوس درباره میزان اسیدی یا بازی بودن یک محلول نمی‌توان اظهارنظر کرد.

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۳۵۸ فقط موارد اول و چهارم درست هستند.

بررسی موارد نادرست:

مورد دوم: با قرار دادن هریک از محلول‌ها در مدار الکتریکی، تراکم یون‌ها در اطراف هر دو قطب یکسان خواهد بود؛ زیرا نسبت تعداد کاتیون‌ها به آنیون‌های تولیدی در هر دو حالت برابر ۱ است.

مورد سوم: مقایسهٔ غلظت گونه‌ها در محلول الکترولیت HA به‌صورت زیر خواهد بود. به‌دلیل یونیده شدن کامل HA، تقریبا مولکول‌های یونیده نشده در محلول یافت نخواهد شد و مقدار آن‌ها در حد صفر است.

$$[H^+] = [A^-] >> [HA]$$

مورد پنجم: HB برخلاف HA به‌طور جزئی در آب یونیده شده است.

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۳۵۹

	$CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$		
M_1	A	۰	۰
ΔM	$-x$	$+x$	$+x$
M_2	$A-x$	x	x

$$\Rightarrow [CH_3COO^-] = x \Rightarrow 0/02M$$

$$[CH_3COOH] = A - x$$

$$\Rightarrow A = 0/48 + /02 = 0/5M$$

$$\%\alpha = \frac{x}{A}\times100 \Rightarrow \frac{0/02}{0/5}\times100 \Rightarrow 4\%$$

$$mL_{\text{محلول}} = 12g\,CH_3COOH \times \frac{1mol\,CH_3COOH}{60g\,CH_3COOH} \times \frac{1L}{0/5mol} \times \frac{1000mL}{1L} \Rightarrow 400mL$$

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۳۶۰ غلظت یون‌های محلول **(I)** برابر ۰/۰۴ مولار است.

$$NaCl(aq) \rightarrow Na^+(aq) + Cl^-(aq)$$

$$0/02mol.L^{-1} \quad 0/02mol.L^{-1}$$

غلظت یون‌های محلول **(II)** برابر ۰/۰۳۲ مولار خواهد بود.

$$HCl(aq) \rightarrow H^+(aq) + Cl^-(aq)$$

$$0/016mol.L^{-1} \quad 0/016mol.L^{-1}$$

در محلول **(III)**:

$$\%\alpha = \frac{[H^+]}{M_{\text{اسید}}}\times100 \Rightarrow 2 = \frac{[H^+]}{0/6}\times100$$

$$\Rightarrow [H^+] = [A^-] = 0/012$$

غلظت کل یون‌ها ۰/۰۲۴ مولار خواهد بود.

در محلول **(IV)**، رسانایی الکتریکی صفر است چون اتانول غیرالکترولیت می‌باشد.

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۶۱ گزینهٔ «۳» نادرست است.

مطابق معادله $HA(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + A^-(aq)$، برای تولید ۳۰ یون H^+، ۳۰ مولکول از اسید HA یونش یافته است. مولکول‌های اولیه اسید، $(۹۰+۳۰=۱۲۰)$ برابر ۱۲۰ و (α) درجه یونش برابر است با:

$$\alpha = \frac{\text{شمار مولکول‌های یونش یافته}}{\text{شمار مولکول‌های حل شده}} = \frac{۳۰}{۱۲۰} = ۰/۲۵$$

بررسی درستی سایر گزینه‌ها:

۱) چون HA یونش کامل ندارد، اسید و الکترولیت ضعیف است البته به دلیل الکترولیت بودن رسانای جریان برق هست.

۲) شمار مولکول‌های اولیه $۱۲۰ = ۳۰ + ۹۰$ است.

۴) مجموع همه ذرات حل شده شامل مولکول‌های HA و یون‌های H^+ و A^-، برابر $۱۵۰ = ۳۰ + ۳۰ + ۹۰$ است.

(قلمچی ۱۴۰۴-۱۴۰۳ - متوسط)

۳۶۲ به عنوان مثال آمونیاک (NH_3)، پس از حل‌شدن در آب، سبب افزایش غلظت یون هیدروکسید می‌شود اما در ساختار خود اکسیژن ندارد.

(قلمچی ۱۴۰۴-۱۴۰۳ - ساده)

۳۶۳ معادلهٔ یونش اسید را می‌نویسیم:

$$HA \rightleftharpoons H^+ + A^-$$

تعداد ذره‌های اولیه:	۲۰۰۰	۰	۰
تغییر تعداد ذره‌ها:	$-x$	$+x$	$+x$
مقدار نهایی ذره‌ها:	$۲۰۰۰-x$	x	x
	$(۲۰۰۰-x)+x+x$		

شمار مولکول‌های یونش یافته:

$$۲۰۰۰ + x = ۲۰۴۰ \Rightarrow x = ۴۰ \qquad \%\alpha = \frac{۴۰}{۲۰۰۰} \times ۱۰۰ = ۲\%$$

(قلمچی ۱۴۰۴-۱۴۰۳ - ساده)

۳۶۴ عبارت‌های «آ» و «ت» درست هستند.

بررسی عبارت‌ها:

عبارت «آ»: کلوئیدها همانند محلول‌ها پایدار و همانند سوسپانسیون‌ها قادر به پخش نور هستند.

عبارت «ب»: آب دریا نسبت به آب آشامیدنی مقدار بیش‌تری از یون‌های کلسیم و منیزیم را دارد که صابون با این یون‌ها تشکیل رسوب می‌دهد، در نتیجه ارتفاع کف در آب دریا کم‌تر خواهد بود.

عبارت «پ»: لکه‌های سفید رسوب $(RCOO)_2Mg$ و $(RCOO)_2Ca$ هستند.

عبارت «ت»: برای تولید صابون جامد در مقیاس انبوه، به مقدار زیادی چربی و سدیم هیدروکسید به‌عنوان واکنش‌دهنده نیاز داریم.

(قلمچی ۱۴۰۴-۱۴۰۳ - ساده)

۳۶۵ عبارت‌های «ب»، «پ» و «ت» درست هستند.

عبارت «الف» یکی از فراورده‌های این واکنش گاز هیدروژن است.

(قلمچی ۱۴۰۴-۱۴۰۳ - ساده)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۶۶ بررسی گزینه‌ها:

رسانایی الکتریکی به غلظت یون‌های موجود در محلول بستگی دارد:

۱)

$$HF \rightleftharpoons H^+ + F^-$$

$$\left.\begin{matrix} \%\alpha = \alpha \times ۱۰۰ \\ \alpha = \dfrac{[H^+]}{[HF]} \end{matrix}\right\} \Rightarrow ۲/۴ = \frac{[H^+]}{۰/۰۵} \times ۱۰۰ \Rightarrow [H^+] = ۱۲ \times ۱۰^{-۴} \Rightarrow [H^+] = [F^-] = ۱۲ \times ۱۰^{-۴}\, mol.L^{-۱}$$

مجموع غلظت یون‌ها در این اسید $۲ \times (۱۲ \times ۱۰^{-۴}) = ۲۴ \times ۱۰^{-۴}\, mol.L^{-۱}$

۲)

$$HA \rightleftharpoons H^+ + A^-$$

$$\alpha = \frac{[H^+]}{[HA]} \Rightarrow ۰/۵ = \frac{[H^+]}{۶ \times ۱۰^{-۴}} \Rightarrow [H^+] = ۳ \times ۱۰^{-۴}\, mol.L^{-۱}$$

$$[H^+] = [A^-] = ۳ \times ۱۰^{-۴}\, mol.L^{-۱}$$

مجموع غلظت یون‌ها در این اسید $۲ \times (۳ \times ۱۰^{-۴}) = ۶ \times ۱۰^{-۴}\, mol.L^{-۱}$

۳)

$$m_{\text{جرم}} = ۱/۲۶g \rightarrow n_{\text{مول}} = \frac{m}{\text{جرم مولی}} = \frac{۱/۲۶}{۶۳} = ۰/۰۲mol \qquad M = \frac{n}{V} = \frac{۰/۰۲}{۰/۱} = ۰/۲mol.L^{-۱}$$

$$[H^+] = M\alpha = ۰/۲ \times ۱ = ۰/۲mol.L^{-۱}$$

مجموع غلظت یون‌ها: $[H^+] = [NO_۳^-] = ۰/۲ \Rightarrow ۲ \times (۰/۲) = ۰/۴mol.L^{-۱}$

۴) در محلول ۲×۱۰^{-۴} مولار هیدرکلریک اسید داریم:

$$HCl \rightarrow H^+ + Cl^-$$

$$[H^+] = [Cl^-] = ۲ \times ۱۰^{-۴}\, mol.L^{-۱}$$

مجموع غلظت یون‌ها: $۲ \times (۲ \times ۱۰^{-۴}) = ۴ \times ۱۰^{-۴}\, mol.L^{-۱}$

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۳۶۷

$$\text{غلظت ppm} = \frac{\text{میلی‌گرم حل‌شونده}}{\text{لیتر محلول}} \Rightarrow ۱۹۰ = \frac{a\, mg\, F^-}{۱L} \Rightarrow ax = ۱۹۰\, mg\, F^-$$

$$?mol\, F^- = ۱۹۰ \times ۱۰^{-۳}\, g\, F^- \times \frac{۱mol\, F^-}{۱۹g\, F^-} = ۰/۰۱mol\, F^-$$

$$\alpha = \frac{\text{شمار مول‌های یونیده شده}}{\text{شمار کل مول‌های حل شده}} \Rightarrow ۰/۰۲۴ = \frac{۰/۰۱mol}{b\, mol} \Rightarrow b = \frac{۵}{۱۲} mol\, HF$$

$$?g\, HF = \frac{۵}{۱۲} mol\, HF \times \frac{۲۰g\, HF}{۱mol\, HF} \simeq ۸/۳g\, HF$$

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۳۶۸ عبارت «آ» درست است. اسیدهای ضعیف در آب عمدتاً مولکولی حل می‌شوند و اندکی یونیده می‌شوند و غلظت H^+ و آنیون حاصل برابر است (متانوئیک اسید جزو اسیدهای تک پروتون‌دار ضعیف است.)

عبارت «ب» نادرست است. رسانایی الکتریکی به غلظت اسید و درجهٔ یونش بستگی دارد.

عبارت «پ» درست است.

عبارت «ت» نادرست است. سرعت مصرف A، $\frac{۲}{۳}$ برابر سرعت تولید C است.

عبارت «ث» درست است. هرچه محلول اسید ضعیف رقیق‌تر شود، درجهٔ یونش آن اسید بزرگ‌تر می‌شود (اسید بیشتر یونیده می‌شود.)

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۶۹

$$RCOOH \rightleftharpoons RCOO^- + H^+$$

M	۰	۰
$-x$	$+x$	$+x$
$M-x$	x	x

$$\Rightarrow M-x=۲(x+x)\Rightarrow M-x=۴x$$

$$\Rightarrow M=۵x\Rightarrow \alpha=\frac{x}{M}=\frac{x}{۵x}=\frac{۱}{۵}=۰/۲$$

$$K_a\simeq\frac{M\alpha^۲}{۱-\alpha}\Rightarrow ۳\times۱۰^{-۵}=\frac{M\times۴\times۱۰^{-۲}}{۰/۸}\Rightarrow M=۶\times۱۰^{-۴}mol.L^{-۱}$$

$$a=ppm\times۱۰^{-۴}\Rightarrow a=۳۶\times۱۰^{-۴}\Rightarrow M=\frac{۱۰ad}{\text{جرم مولی}}\Rightarrow ۶\times۱۰^{-۴}=\frac{۱۰\times۳۶\times۱۰^{-۴}\times۱}{\text{جرم مولی}}\Rightarrow \text{جرم مولی}=۶۰g.mol^{-۱}$$

$$RCOOH\xrightarrow{\text{R زنجیری و سیرشده}}C_nH_{۲n+۱}COOH\Rightarrow \text{جرم مولی}=۶۰=۱۴n+۴۶\Rightarrow n=۱\Rightarrow CH_۳COOH$$

$$\Rightarrow \text{جفت الکترون پیوندی}=\frac{(۴\times۲)+(۴\times۱)+(۲\times۲)}{۲}=۸$$

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۳۷۰

$$?mol\,HA=۱۰/۸g\,HA\times\frac{۱mol\,HA}{۲۷g\,HA}=۰/۴mol\,HA$$

$$M_{HA}=\frac{n}{V}=\frac{۰/۴mol}{۰/۵L}=۰/۸mol.L^{-۱}$$

$$[H^+]=۱۰^{-pH}=۱۰^{-۴/۴}=۴\times۱۰^{-۵}mol.L^{-۱}$$

	$HA\rightleftharpoons$	$H^+ +$	A^-	
غلظت اولیه	۰/۸	۰	۰	
تغییر غلظت	$-x$	$+x$	$+x$	
غلظت تعادلی	$۰/۸-۴\times۱۰^{-۵}$	۴×۱۰^{-۵}	۴×۱۰^{-۵}	

$$K_a=\frac{[H^+][A^-]}{[HA]}\Rightarrow K_a=\frac{۴\times۱۰^{-۵}\times۴\times۱۰^{-۵}}{۰/۸}=۲\times۱۰^{-۹}\frac{mol}{L}$$

از ۴×۱۰^{-۵} در برابر ۰/۸ صرف نظر می‌شود.

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۳۷۱

موارد «الف»، «ب» و «ث» نادرست هستند. بررسی موارد نادرست:

الف) HF هیدروژن هالید دوره دوم جدول تناوبی است و اسید ضعیف محسوب می‌شود.

ب) لزوماً این رابطه برقرار نیست؛ اما اگر در دما و غلظت یکسان، درجه یونش یک اسید دو برابر دیگری باشد؛ آن‌گاه می‌توان گفت، غلظت یون هیدرونیوم نیز در محلول آن دو برابر است.

ث) تنها در شرایطی که دما و غلظت یکسان باشد، می‌توان با قطعیت راجع به غلظت یون هیدرونیوم و در نتیجه، سرعت واکنش صحبت کرد.

بررسی موارد درست:

پ) فرمیک‌اسید، ثابت یونش بزرگتری نسبت به استیک‌اسید دارد.

ت) هر دو اسید ضعیف هستند و نیتروااسید ثابت یونش بزرگتری نسبت به هیدروسیانیک اسید دارد؛ بنابراین رسانایی الکتریکی آن نیز در دما و غلظت یکسان، بیش‌تر است.

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۳۷۲

ابتدا غلظت یون هیدرونیوم در محلول هر اسید را حساب می‌کنیم:

$$pH=۲/۷\rightarrow[H^+]_۱=M_{HCl}=۱۰^{-۲/۷}$$
$$=۱۰^{-۳}\times۱۰^{۰/۳}=۲\times۱۰^{-۳}mol.L^{-۱}$$

$$pH=۲/۳\rightarrow[H^+]_۲=M_{HCl}=۱۰^{-۲/۳}$$
$$=۱۰^{-۳}\times۱۰^{۰/۷}=۵\times۱۰^{-۳}mol.L^{-۱}$$

حال با استفاده از فرمول زیر، غلظت یون هیدرونیوم را در محلول نهایی، بدست می‌آوریم:

$$[H^+]_{\text{نهایی}}=\frac{[H^+]_۱\times V_۱+[H^+]_۲\times V_۲}{V_۱+V_۲}=\frac{۲\times۱۰^{-۳}\times۳۰+۵\times۱۰^{-۳}\times۲۰}{۳۰+۲۰}=۳/۲\times۱۰^{-۳}mol.L^{-۱}$$

حال pH محلول نهایی را حساب می‌کنیم:

$$pH=-\log۳۲\times۱۰^{-۴}=-(\log۲^۵+\log۱۰^{-۴})=-(۵\log۲-۴)=۲/۵$$

حال در اثر واکنش هیدروکلریک اسید با نقره نیترات داریم:

$$HCl(aq)+AgNO_۳(aq)\rightarrow AgCl(s)+HNO_۳(aq)$$

$$?mg\,AgCl=۱۰mL\,HCl\times\frac{۱LHCl}{۱۰۰۰mL}\times\frac{۳/۲\times۱۰^{-۳}mol\,HCl}{۱LHCl}\times\frac{۱mol\,AgCl}{۱mol\,HCl}\times\frac{۱۴۳/۵g\,AgCl}{۱mol\,AgCl}\times\frac{۱۰۰۰mg\,AgCl}{۱g\,AgCl}=۴/۵۹۲mg\,AgCl$$

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۷۳ در اسید ضعیف با فرمول HA داریم:

$$K_a = \frac{(M\alpha)^2}{M - M\alpha} = \frac{[H^+]^2}{M(1-\alpha)} \xrightarrow[\text{اسید ضعیف}]{\alpha \simeq 0} K_a = \frac{[H^+]^2}{M}$$

چون با تغییر غلظت ثابت یونش تغییر پیدا نمی‌کند و فقط تابع دما است داریم:

$$K_{a_1} = K_{a_2} \rightarrow \frac{[H^+]^2_{\text{ثانویه}}}{M_{\text{ثانویه}}} = \frac{[H^+]^2_{\text{اولیه}}}{M_{\text{اولیه}}} \rightarrow \frac{[H^+]^2_{\text{ثانویه}}}{[H^+]^2_{\text{اولیه}}} = \frac{M_{\text{ثانویه}}}{M_{\text{اولیه}}} = \frac{\frac{1}{3}M_{\text{اولیه}}}{M_{\text{اولیه}}}$$

$$[H^+]_{\text{ثانویه}} = \frac{\sqrt{3}}{3}[H^+]_{\text{اولیه}} \xrightarrow[\text{از طرفین -log بگیریم}]{} pH_{\text{ثانویه}} = -\log\frac{\sqrt{3}}{3}[H^+]_{\text{اولیه}} = -(\log 3^{-\frac{1}{2}} + \log[H^+]_{\text{اولیه}})$$

$$= -(-\frac{1}{2}\log 3 - pH_{\text{اولیه}}) = pH_{\text{اولیه}} + 0/25$$

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۳۷۴ آ) HNO_2 نسبت به HCN اسید قوی‌تری بوده و در شرایط یکسان بیش‌تر یونش یافته و شمار مولکول‌ها در محلول آن کم‌تر است.

ب) در مورد $HOBr$ (محلول I) و HCN (محلول II) خواهیم داشت:

$$\frac{K_{aI}}{K_{aII}} = \frac{\frac{[H^+]^2_I}{M - [H^+]_I}}{\frac{[H^{+2}]_{II}}{M - [H^+]_{II}}} \xrightarrow{M=1} \frac{[H^+]^2_I}{[H^+]^2_{II}} \times \frac{1-[H^+]^2_{II}}{1-[H^+]^2_I} = \frac{4\times10^{-8}}{4\times10^{-10}} = 100 \xrightarrow{\text{رادیکال}} \frac{[H^+]_I}{[H^+]_{II}} = 10\times\sqrt{\frac{1-[H^+]^2_I}{1-[H^+]^2_{II}}}$$

از طرفی می‌دانیم $[H^+]_I > [H^+]_{II}$ (چون اسید I از II قوی‌تر است)؛ بنابراین $\frac{1-[H^+]^2_I}{1-[H^+]^2_{II}} < 1$ است. پس $\frac{[H^+]_I}{[H^+]_{II}}$ اندکی کوچک‌تر از ۱۰ است.

پ)

$$pH = -\log[H^+] = 4/3 \Rightarrow [H^+] = 10^{-pH} = 10^{-4/3} = 10^{-5}\times10^{0/7} = 5\times10^{-5}\,mol.L^{-1}$$

از آنجایی که ثابت یونش این اسید از $10^{-5}\,mol.L^{-1}$ کوچک تر است می توان رابطه ثابت یونش آن را به جای $K_a = \frac{[H^+]^2}{M - [H^+]}$ به صورت $K_a = \frac{[H^+]^2}{M}$ نوشت.

$$K_a = \frac{[H^+]^2}{M} = \frac{M\alpha[H^+]}{M} = \alpha[H^+] = \alpha\times5\times10^{-5} = 4\times10^{-8}\,mol.L^{-1} \Rightarrow \alpha = 8\times10^{-4} \Rightarrow \alpha\% = 0/08$$

ت)

$$K_a = \frac{[H^+]^2}{M - [H^+]} \xrightarrow{\text{صرف نظر}} 6\times10^{-5} = \frac{[H^+]^2}{0/15} \qquad [H^+]^2 = 9\times10^{-6} \Rightarrow [H^+] = 3\times10^{-3}\,mol.L^{-1} \Rightarrow pH = 3 - \log 3 = 2/5$$

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۳۷۵ بررسی همهٔ عبارت‌ها:

عبارت الف) درست- سرعت واکنش فلز با اسیدی بیش‌تر است که قوی‌تر است (K_a بزرگ‌تری دارد).

عبارت ب) نادرست- این رابطه تنها در دمای اتاق $(25^\circ C)$ صادق است.

عبارت پ) نادرست- در اسیدهای قوی درجهٔ یونش برابر با ۱ در نظر گرفته می‌شود و K_a عددی بسیار بزرگ یا بزرگ در نظر گرفته می‌شود.

ت) نادرست- K_a تنها وابسته به دما است و با تغییر غلظت اسید تغییر نمی‌کند.

ث) نادرست- فرمیک اسید ثابت یونش کوچک تری دارد و باید غلظت اولیه بیشتری از محلول نیترو اسید داشته باشد تا pH دو محلول یکسان شود. در نتیجه با مقدار بیشتری از فلز منیزیم واکنش می دهد.

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۳۷۶ باران اسیدی دارای خاصیت اسیدی بیش‌تر(pH کم‌تر) نسبت به باران معمولی است؛ هر دو باران خاصیت اسیدی دارند $([OH^-] < [H^+])$ اما در باران اسیدی به دلیل pH پایین‌تر و غلظت بیش‌تر H^+ ؛ دارای نسبت $\frac{[H^+]}{[OH^-]}$ بیش‌تری نسبت به باران عادی است. برسی نادرستی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): آن ظرفی که گاز را با سرعت بیش‌تری تولید می‌کند دارای اسید با K_a بیش‌تر است!

گزینهٔ (۳): در زمان برقراری تعادل غلظت مواد واکنش‌دهنده و فراورده ثابت می‌شود. (نه برابر!)

گزینهٔ (۴): از انحلال هر مول باریم اکسید و دی نیتروزن پنتا اکسید در آب به ترتیب ۳ و ۴ مول یون تولید می شود. در هر مولکول آمونیاک ۴ اتم و ۳ پیوند اشتراکی وجود دارد.

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۷۷ بررسی همهٔ عبارت‌ها:

الف) نادرست- هیدروفلوئوریک اسید تنها اسید از گروه هالوژن‌هاست که ضعیف محسوب می‌شود.

ب) نادرست – کربوکسیلیک اسیدها از جمله اسیدهای ضعیف هستند که تنها هیدروژن گروه کربوکسیل $(-COOH)$ آن‌ها می‌تواند به‌صورت یون هیدرونیوم وارد محلول شود.

پ) نادرست - $pH = -\log[H^+] = -\log ۲۸\times۱۰^{-۷} = ۷-(\log ۷+\log ۴) = ۵/۵۵$ $\quad [H^+] = M.\alpha = ۰/۰۲\times\frac{۰/۰۱۴}{۱۰۰} = ۲۸\times۱۰^{-۷}$

ت) نادرست- مقایسهٔ انجام شده کاملاً درست است.

(قلمچی ۱۴۰۴-۱۴۰۳ - متوسط)

۳۷۸ ابتدا غلظت اولیهٔ باز AOH را محاسبه می‌کنیم:

$$AOH \Rightarrow \begin{cases} pH = ۱۱ \rightarrow pOH = ۳ \rightarrow [OH^-] = ۱۰^{-۳}\,mol.L^{-۱} \\ [OH^-] = M.\alpha \Rightarrow ۱۰^{-۳} = M\times\frac{۱۰}{۱۰۰} \rightarrow M = ۱۰^{-۲}\,mol/L \end{cases}$$

$$?gHCl = ۵۰mL_{\text{محلول}}\times\frac{۱۰^{-۲}molAOH}{۱۰۰۰mL_{\text{محلول}}}\times\frac{۱molHCl}{۱molAOH}\times\frac{۳۶/۵gHCl}{۱molHCl} = ۰/۰۱۸۲۵gHCl$$

(قلمچی ۱۴۰۴-۱۴۰۳ - متوسط)

۳۷۹ ابتدا از طریق $pH \rightarrow POH$ و سپس $[KOH] = [OH^-]$ را به‌دست می‌آوریم:

$$pH = ۱۲/۷ \rightarrow POH = ۱/۳ \rightarrow [OH^-] = ۱۰^{-POH} = ۱۰^{-۱/۳} = ۱۰^{-۲}\times۱۰^{۰/۷} = ۵\times۱۰^{-۲}\,mol/L$$

$$?gKOH = ۱۰۰mL_{\text{محلول}}\times\frac{۵\times۱۰^{-۲}molKOH}{۱۰۰۰mL_{\text{محلول}}}\times\frac{۵۶gKOH}{۱molKOH} = ۰/۲۸gKOH$$

(قلمچی ۱۴۰۴-۱۴۰۳ - ساده)

۳۸۰

$$pH_{\text{اسید}} = -\log ۰/۰۱ = ۲(pH_۱)$$

$$V_۲ = ۴V_۱ \xrightarrow{V_۱=۲۰۰mL} V_۲ = ۸۰۰mL \qquad V_۲ - V_۱ = ۸۰۰-۲۰۰ = ۶۰۰mL$$ حجم محلول پتاسیم هیدروکسید

$$pH_۲ = ۲pH_۱ \xrightarrow{pH_۱=۲} pH_۲ = ۴ \rightarrow [H^+] = ۱۰^{-۴}\,mol.L^{-۱}$$

مقدار مول KOH اضافه شده به محلول دقیقاً برابر است با مقدار مول H^+ که از محلول کم شده:

$$molH^+_{\text{اولیه}} - molH^+_{\text{ثانویه}} = (۱۰^{-۲}mol/L\times۰/۲L) - (۱۰^{-۴}mol/L\times۰/۸L) = ۱/۹۲\times۱۰^{-۳}$$

$$[KOH]_{\text{اولیه}} = \frac{۱/۹۲\times۱۰^{-۳}\,mol}{۰/۶L} = ۳/۲\times۱۰^{-۳}\,mol/L$$

(قلمچی ۱۴۰۴-۱۴۰۳ - دشوار)

۳۸۱ بررسی همهٔ عبارت‌ها:

الف) درست

$$HA \Rightarrow pH = ۱/۳ \rightarrow [H^+] = ۱۰^{-۲}\times۱۰^{۰/۷} = ۵\times۱۰^{-۲}\,mol/L \qquad K_a = \frac{[H^+]^۲}{[HA]_{\text{تعادلی}}} = \frac{(۵\times۱۰^{-۲})^۲}{۰/۲} = ۱/۲۵\times۱۰^{-۲}$$

ب) درست

$$[HA]_{\text{اولیه}} = [HA]_{\text{تعادلی}} + [H^+] \Rightarrow [HA]_{\text{اولیه}} = M = ۰/۲+۰/۰۵ = ۰/۲۵mol/L$$

$$[H^+] = M.\alpha \Rightarrow ۵\times۱۰^{-۲} = ۰/۲۵\times\alpha \rightarrow \alpha = \frac{۱}{۵} = ۰/۲$$

پ) نادرست- در الکترولیت‌های قوی α برابر یک است.

ت) درست- غلظت محلول ثابت است. $\quad M = \frac{n}{v} = \frac{۰/۰۱}{۱} = ۰/۰۱mol/L$

(قلمچی ۱۴۰۴-۱۴۰۳ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۸۲ در این سؤال باید به این نکته توجه داشت که در اسیدهای ضعیف با تغییر غلظت اسید، درجهٔ یونش تغییر می‌کند اما ثابت یونش بدون تغییر باقی‌می‌ماند:

$$K_{a_1} = K_{a_2}$$

$$K_{a_1} = \frac{M\alpha^2}{1-\alpha} \simeq M\alpha^2 = 0/1 \times (\frac{0/02}{100})^2 = 4\times10^{-9} \qquad [HA]_{\text{اولیه}} = 100\,[HA]_{\text{ثانویه}} \rightarrow [HA]_{\text{ثانویه}} = \frac{0/1}{100} = 10^{-3}\,mol/L$$

$$K_{a_2} = M\alpha^2 \rightarrow 4\times10^{-9} = 10^{-3}\alpha^2 \rightarrow \alpha = \sqrt{4\times10^{-6}} = 2\times10^{-3} \qquad [HA]_{\text{ثانویه}}\, M.\alpha = 10^{-3}\times2\times10^{-3} = 2\times10^{-6}\,mol/L$$

$$\left.\begin{array}{l} pH_{HA} = 6 - \log 2 = 5/7 \\ pH_{KOH} = 14 - POH = 14 - 4 = 10 \end{array}\right\} \frac{5/7}{10} = 0/57$$ نسبت خواسته شده:

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۳۸۳ ابتدا واکنش را موازنه می‌کنیم:

$$Fe_{(s)} + 2HCl_{(q)} \rightarrow FeCl_{2(aq)} + H_{2(q)}$$

از طریق مقدار گاز هیدروژن تولیدی، میزان HCl مصرفی و مقدار کاهش $[H^+]$ را محاسبه می‌کنیم:

$$?molHCl = 1/12LH_2 \times \frac{1molH_2}{22/4LH_2} \times \frac{2molHCl}{1molH_2} = 0/1molHCl \text{ مصرفی}$$

$$[HCl]_{\text{اولیه}} = 10^{-pH} = 10^{-0/7} = 10^{-1}\times10^{0/3} = 0/2mol/L$$

$$molHCl_{\text{ثانویه}} = molHCl_{\text{اولیه}} - molHCl_{\text{مصرفی}} = (0/2mol/L\times1L) - 0/1 = 0/1mol$$

$$pH_{\text{ثانویه}} = -\log[H^+] = -\log 0/1 = 1 \qquad \Delta pH = 1 - 0/7 = 0/3$$

مقدار تغییر جرم تیغه‌های آهنی برابر است با مقدار آهن مصرفی:

$$?gFe = 1/12LH_2 \times \frac{1molH_2}{22/4L\,H_2} \times \frac{1molFe}{1molH_2} \times \frac{56gFe}{1molFe} = 2/8gFe$$

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۳۸۴ صابون‌های مایعی که نمک آمونیوم اسید چرب اند و فرمول کلی آن‌ها به صورت $RCOONH_4$ است ، عنصر فلزی در ساختار خود ندارند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: در ساختار عسل همانند متانول (ساده‌ترین الکل) گروه‌های عاملی هیدروکسیل وجود دارد و هر دوی آن‌ها می‌توانند با آب پیوند هیدروژنی برقرار کنند.

گزینهٔ «۲»: اسیدهای چرب کربوکسیلیک اسیدهایی با زنجیر بلند کربنی هستند که فرمول عمومی آن‌ها $C_nH_{2n}O_2$ می‌باشد، پس فرمول اسید چرب موردنظر $C_{17}H_{34}O_2$ بوده و جرم مولی آن برابر $270g.mol^{-1}$ می‌باشد.

گزینهٔ «۴»: شکل نشان‌دهنده‌ی استری با جرم مولی زیاد است که در ساختار آن ۶ اتم اکسیژن وجود دارد.

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۳۸۵ مورد اول: نور در هنگام عبور از کلوییدها، برخلاف محلول، پخش می‌شود و کلوییدها کدر هستند. (نادرست)

مورد دوم: درست است.

مورد سوم مقایسه ذره‌های سازنده انواع مخلوط‌ها به صورت زیر است: (درست) محلول < کلوئید < سوسپانسیون: مقایسه اندازهٔ ذره‌ها

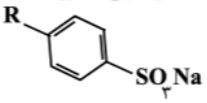
مورد چهارم آب گل‌آلود نمونه‌ای از سوسپانسیون بوده که ناپایدار است و ذره‌های پخش شده آن به مرور زمان رسوب می‌کند.(در سوسپانسیون ها مواد موجود در مخلوط در هم حل نشده‌اند.) (نادرست)

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۸۶ بررسی عبارات نادرست به ترتیب:

الف) فرمول کلی پاک‌کننده‌های غیرصابونی به‌صورت $RC_6H_4SO_3Na$ می‌باشد.



ب) افزودن صابون به مخلوط آب – روغن، موجب ایجاد کلوئید می‌شود که یک مخلوط ناهمگن، پایدار و حاوی توده‌های مولکولی با اندازه‌های متفاوت است.

ت) پاک کنندگی ⇐ نمک‌های فسفات

ضدعفونی کنندگی و میکروب کشی ⇐ ماده شیمیایی کلردار (نه کلر)

ضدقارچ و جوش پوستی ⇐ صابون گوگرددار

ث) پاک‌کننده‌های صابونی و غیرصابونی ⇐ برهم‌کنش بین ذره‌ای

پاک کننده‌های خورنده ⇐ برهم‌کنش بین ذره‌ای + واکنش شیمیایی

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۳۸۷ اغلب داروها خاصیت اسیدی یا بازی دارند و برخی از آن‌ها خنثی هستند. در مواد خنثی غلظت یون هیدرونیوم و یون هیدروکسید با هم برابر است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: پیش از آن‌که ساختار اسیدها و بازها شناخته شود، شیمی‌دان‌ها افزون بر ویژگی‌های اسیدها و بازها با برخی واکنش‌های آن‌ها نیز آشنا بودند.

گزینهٔ «۳»: اغلب میوه‌ها دارای اسیدند؛ بنابراین غلظت یون هیدرونیوم در آن‌ها بیش‌تر از غلظت یون هیدروکسید است.

گزینهٔ «۴»: آرنیوس با بررسی رسانایی الکتریکی محلول‌های آبی به رسانا بودن محلول اسیدها و بازها پی برد. محلولی که حلال آن آلی باشد، محلول غیرآبی نام دارد.

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

۳۸۸ موارد سوم و چهارم نادرست هستند.

مورد سوم)معادله انحلال‌پذیری آن به شکل $HF(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + F^-(aq)$ است.

مورد چهارم) با توجه به این که تمام مولکول‌های هیدروژن کلرید یونش یافته‌اند پس HCl یک اسید قوی است و مقایسه قدرت اسیدی این دو محلول به صورت $HCl > HF$ است.

بررسی موارد درست:

مورد اول) در هر دو محلول از یونش یک مولکول، یک کاتیون و یک آنیون به‌وجود می‌آید. (مستقل از قوی یا ضعیف بودن)، پس تعداد آنیون‌ها و کاتیون‌ها با هم برابر است.

مورد دوم) با توجه به مقدار نور لامپ و تعداد یون‌های موجود در محلول رسانایی هیدروکلریک‌اسید بیشتر است.

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۳۸۹ غلظت یون‌های محلول **(I)** برابر ۰/۰۴ مولار است.

$$NaCl(aq) \rightarrow Na^+(aq) + Cl^-(aq)$$
$$0/02\,mol.L^{-1} \quad 0/02\,mol.L^{-1}$$

غلظت یون‌های محلول **(II)** برابر ۰/۰۳۲ مولار خواهد بود.

$$HCl(aq) \rightarrow H^+(aq) + Cl^-(aq)$$
$$0/016\,mol.L^{-1} \quad 0/016\,mol.L^{-1}$$

در محلول **(III)**:

$$\%\alpha = \frac{[H^+]}{M_{\text{اسید}}} \times 100 \Rightarrow 2 = \frac{[H^+]}{0/6} \times 100 \Rightarrow [H^+] = [A^-] = 0/012 \text{ مولار}$$

غلظت کل یون‌ها ۰/۰۲۴ مولار خواهد بود. در محلول **(IV)**، رسانایی الکتریکی ناچیز است چون اتانول غیرالکترولیت می‌باشد.

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۳۹۰ فرض می‌کنیم در مخلوط اولیه a مول N_2O_5 و b مول $NaNO_3$ وجود داشته باشد.

$$N_2O_5(s)+H_2O\rightarrow 2HNO_3(aq)\rightarrow 2H^+(aq)+2NO_3^-(aq)$$

$$NaNO_3(s)\xrightarrow{H_2O}NaNO_3(aq)$$

$$\rightarrow Na^+(aq)+NO_3^-(aq)$$

غلظت یون نیترات در محلول نهایی را محاسبه می‌کنیم.

$$?\,mol\,NO_3^- = a\,mol\,N_2O_5\times\frac{2\,mol\,NO_3^-}{1\,mol\,N_2O_5}=2a\,mol\,NO_3^-$$

$$?\,mol\,NO_3^- = b\,mol\,NaNO_3\times\frac{1\,mol\,NO_3^-}{1\,mol\,NaNO_3}=b\,mol\,NO_3^-$$

$$\left[NO_3^-\right]=\frac{2a+b}{2}=0/6\Rightarrow 2a+b=1/2$$

$$\text{جرم مخلوط اولیه}=\text{جرم }N_2O_5+\text{جرم }NaNO_3\Rightarrow 108a+85b=71$$

$$\Rightarrow\begin{cases}a=0/5\\ b=0/2\end{cases}$$

در نتیجه غلظت یون H^+ را محاسبه می‌کنیم.

$$[H^+]=\frac{2\times 0/5}{2}=5\times10^{-1}mol.L^{-1}\qquad\Rightarrow pH=-\log[H^+]=-\log(5\times10^{-1})=1-\log5=1-0/7=0/3$$

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۳۹۱ برای $NaOH$: $pH=13/7$

$$[H^+]=10^{-13/7}=10^{-14}\times10^{0/3}=2\times10^{-14}mol.L^{-1}$$

$$[H^+][OH^-]=10^{-14}\rightarrow[OH^-]=\frac{10^{-14}}{2\times10^{-14}}=\frac{1}{2}=0/5mol.L^{-1}=[NaOH]$$

$$M_bV_b=M_aV_a\Rightarrow 0/5\times100=M_a\times200\Rightarrow M_a=0/25mol.L^{-1}$$

$$K_a=\frac{M\alpha^2}{1-\alpha}\xrightarrow{K_a<10^{-4}}K_a\simeq M\alpha^2$$

$$25\times10^{-6}=25\times10^{-2}\times\alpha^2\Rightarrow\alpha^2=10^{-4}\Rightarrow\alpha=10^{-2}$$

$$[H^+]=M\alpha=25\times10^{-2}\times(10^{-2})=25\times10^{-4}mol.L^{-1}$$

$$pH=-\log[H^+]=-\log25\times10^{-4}=4-2\log5\ =4-2(0/7)=2/6$$

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۳۹۲ بررسی موارد نادرست:

مورد «ب»: از واکنش $NaOH$ با اسید چرب می‌توان صابون تهیه کرد.

مورد «ت»: با توجه به این که شرایط برای دو محلول یکسان است و اینکه بر اساس شکل درجه یونش محلول (۲) کمتر از محلول (۱) است می‌توان گفت برای تهیه دو محلول با pH برابر باید محلول اسید (۲)، غلظت اولیه اسید بیشتری داشته باشد.

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۳۹۳ ابتدا غلظت مولی محلول اولیه را تعیین می‌کنیم.

$$\text{مولاریته}=\frac{10\times7/3\times1/25}{36/5}=2/5\text{ مولار}$$

حال با توجه به اینکه حجم محلول ۵ برابر شد، غلظت محلول $\frac{1}{5}$ برابر می‌شود.

$$\text{مولاریته محلول حاصل}=\frac{2/5}{5}=0/5\frac{mol}{L}\xrightarrow{\text{اسیدقوی}}pH=-\log5\times10^{-1}=0/3$$

$$PH\text{ نهایی بعد از اضافه کردن }NaOH=0/6$$

$$pH=0/6\Rightarrow[H^+]=10^{-0/6}=(10^{-0/3})^2=0/25\frac{mol}{L}$$

پس $[H^+]$ که با $[HCl]$ برابر است از $0/5$ به $0/25$ مولار رسیده است پس داریم:

$$(0/5-0/25)\times0/5\times40=5g\ NaOH$$

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۳۹۴ بیماری وبا در طول تاریخ بارها در جهان همه‌گیر شده است و هنوز هم می‌تواند برای هر جامعه‌ای تهدیدکننده باشد.

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۹۵ بررسی عبارت‌ها:

عبارت الف: نادرست ← زیرا روغن زیتون فاقد تعداد زیادی گروه هیدروکسیل است.

عبارت ب: درست

عبارت ج: درست

عبارت د: نادرست ← اتیلن‌گلیکول، اوره و نمک خوراکی در آب حل می‌شوند ولی عامل انحلال در هر سه آن‌ها وجود گروه هیدروکسیل نمی‌باشد.

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۳۹۶ بررسی همهٔ گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: درست است، آب و روغن در حالت عادی ترکیب نمی‌شوند؛ اگر ماده‌ای همانند صابون به آن اضافه شود آن را پایدار می‌کند و خواص یک کلوئید را دارا است.

گزینهٔ «۲»: نادرست است.

$-SO_3^- \Rightarrow$ بخش A

گزینهٔ «۳»: درست است.



گزینهٔ «۴»:درست است. چون ساختار«۳» برخلاف ساختار (۴) یک پاک‌کننده صابونی است و پاک‌کننده‌های غیرصابونی را از مواد پتروشیمیایی طی واکنش‌های پیچیده تولید می‌کنند.

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۳۹۷ بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول: نادرست. مولکول‌های عسل با آب پیوندهای هیدروژنی تشکیل می‌دهند و به‌خوبی در آب حل می‌شوند در حالی‌که گریس در آب حل نمی‌شود.

عبارت دوم: نادرست. پس از تفکیک یونی صابون، بخش آنیونی صابون فرایندهای مربوطه را انجام می‌دهد نه بخش کاتیونی.

عبارت سوم: نادرست. ذره‌های سازندهٔ محلول‌ها، مولکول‌ها و یون‌های کوچک می‌باشد در حالی‌که ذره‌های سازنده کلوئیدها توده‌های مولکولی است. پس اندازهٔ ذره‌های سازنده کلوئید درشت‌تر است و خواص متفاوتی با محلول‌ها دارد.

عبارت چهارم: درست

فرمول مولکولی اتیلن‌گلیکول $C_2H_6O_2$: $\frac{\text{شمار اتم‌های H}}{\text{شمار اتم‌های C}} = \frac{6}{2} = 3$

فرمول مولکولی وازلین $C_{25}H_{52}$: $\frac{\text{شمار اتم‌های H}}{\text{شمار اتم‌های C}} = \frac{52}{25} = 2/08$

عبارت پنجم: نادرست

یون‌های فسفات با یون‌های Mg^{2+} و Ca^{2+} موجود در آب سخت رسوب تشکیل می‌دهند.

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۳۹۸ دو مخلوط پایدار، کلوئیدها و محلول‌ها هستند. با توجه به شکل‌های داده شده، مخلوط **A**، محلول و مخلوط **B**، کلوئید است، زیرا محلول‌ها نور را عبور می‌دهند، در حالی‌که کلوئیدها نور را پخش می‌کنند و مسیر عبور نور در آنها مشخص است.

بر این اساس گزینه‌ها را بررسی می‌کنیم:

گزینهٔ «۱»: ذرات سازندهٔ کلوئیدها، توده‌های مولکولی با اندازه‌های متفاوت و ذرات سازندهٔ محلول‌ها، یون‌ها یا مولکول‌ها هستند، بنابراین اندازهٔ ذرات سازندهٔ کلوئیدها، بیشتر از اندازهٔ ذرات سازندهٔ محلول‌ها است. (درست)

گزینهٔ «۲»: آب و صابون و روغن با یکدیگر تشکیل کلوئید می‌دهند. (درست)

گزینهٔ «۳»: رفتار کلوئیدها را می‌توان بین محلول‌ها و سوسپانسیون‌ها در نظر گرفت. (درست)

گزینهٔ «۴»: ذرات سازندهٔ کلوئیدها و محلول‌ها پایدار هستند و ته‌نشین نمی‌شوند اما حواستان باشد که کلوئیدها برخلاف محلول‌ها، ناهمگن محسوب می‌شوند. (نادرست)

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۳۹۹ عبارت‌های آ و ث درست هستند. بررسی عبارت‌ها:

آ) قدرت پاک‌کنندگی صابون به عواملی مانند مقدار و نوع صابون، نوع پارچه و دما بستگی دارد. (خرداد ۹۹)

ب) چربی‌ها مخلوطی از اسید چرب و استر سنگین به شمار می‌آیند. (خرداد ۹۹)

پ) برای جدا کردن رسوبات آهکی در جدار داخلی سماور از اسیدهایی مانند HCl یا سرکه استفاده می‌شود که پاک‌کننده‌هایی خورنده می‌باشند. (شهریور ۹۹)

ت) جهت افزایش خاصیت ضدعفونی‌کنندگی و میکروب‌کشی به صابون مادهٔ شیمیایی کلردار می‌افزایند. (شهریور ۹۹)

ث) جاذبه بین مولکولی میان لکه چربی و پارچه پلی‌استری بیش‌تر از پارچه نخی است. (خرداد ۱۴۰۳)

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۴۰۰ فقط موارد آ و ت درست هستند.

با توجه به اینکه ارتفاع کف ایجاد شده در ظرف ۱ بیشتر است پس ظرف ۱ دارای آب مقطر و ظرف ۲ محتوی آب دریا بوده است. آب دریا مقدار زیادی یون از جمله Ca^{2+} و Mg^{2+} دارد و بخشی از صابون با این یون‌ها واکنش داده و رسوب می‌کند. در حالی‌که پاک‌کننده‌های غیرصابونی با این یون‌ها واکنش نمی‌دهند و رسوب نمی‌کنند. پس موارد آ و ت درست هستند.

بررسی موارد نادرست:

ب) صابون در آب دریا به مقدار کمتری کف ایجاد می‌کند پس ظرف ۱ دارای آب مقطر است.

پ) در ظرف ۲ که آب دریا دارد بخشی از صابون رسوب می‌کند ولی یون‌های Na^+ همچنان محلول در آب باقی می‌مانند.

$$2RCOONa + Ca^{2+}(aq) \rightarrow (RCOO)_2Ca(s) + 2Na^+(aq)$$

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۴۰۱ پاک‌کننده صابونی دارای فرمول کلی $C_nH_{2n+1}COONa$ می‌باشد بنابراین تفاوت هیدروژن‌ها با کربن‌ها:

$$H - C = (2n+1) - (n+1) = 17 \Rightarrow C_{17}H_{35}COONa$$

جرم مولی صابون $= C_{17}H_{35}COONa = 306\,g:mol^{-1}$

پاک‌کننده غیرصابونی فرمول $C_nH_{2n+1}C_6H_4SO_3Na$ دارد و اختلاف

$$H - C = (2n+5) - (n+6) = 11 \Rightarrow n = 12 \Rightarrow C_{12}H_{25}C_6H_4SO_3Na$$

جرم غیرصابونی $= C_{18}H_{29}SO_3Na = 348$

اختلاف جرم آن در پاک‌کننده $= 348 - 306 = 42g$

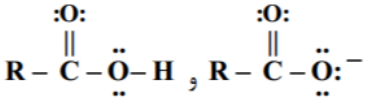
(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

۴۰۲ تنها مورد آ صورت نمی گیرد .

در تبدیل یک اسید چرب به صابون جامد به جای هیدروژن گروه هیدروکسیل، سدیم قرار می‌گیرد.

$$RCOOH \rightarrow RCOO^-Na^+$$

آ) شمار زوج‌الکترون‌های ناپیوندی در مولکول اسید چرب و بخش آنیونی صابون به ترتیب برابر ۴ و ۵ است.



ب) صابون‌ها با مولکول‌های آب جاذبه یون–دو قطبی برقرار می‌کنند که از پیوند هیدروژنی موجود میان مولکول‌های اسید چرب و آب قوی‌تر است، در نتیجه انحلال‌پذیری صابون بیشتر است.

پ) نوع نیروی بین ذره‌ای اسیدهای چرب و صابون به ترتیب واندروالسی و جاذبهٔ یونی است.طبق متن کتاب درسی به ترکیب صابون می توان مولکول گفت اما نیروی بین ذره‌ای آن یونی است.

ت) سدیم نسبت به اتم هیدروژن از جرم مولی بیشتری برخوردار است.

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۴۰۳ گزینه دوم درست است. بررسی موارد نادرست:

عبارت ۱) نادرست – مخلوط سدیم هیدروکسید و پودر آلومینیوم یک شوینده خورنده مؤثر است و ...

گزینه ۳) نادرست – برای زدودن رسوبات آهکی (جرم کتری) باید از شوینده‌های خورنده اسیدی استفاده شود.

گزینه ۴) نادرست – این ساختار مربوط به یک پاک‌کننده غیرصابونی است. در صابون‌های گوگرددار، گوگرد به عنوان یک ماده افزودنی به صابون اضافه می‌شود.

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

۴۰۴ عبارت‌های آ و ت صحیح هستند.

مورد آ) بخش آب‌گریز هر دو زنجیره سیرشده بلند است که درچربی حل می‌شود.

مورد ت) چون بخش آنیون هر دو هم بخش آب‌دوست و هم آب‌گریز دارد، می‌تواند چربی را در آب پایدار کند.

بررسی موارد نادرست:

ب) ساختار آنیونی صابون COO^- و غیرصابونی‌ها SO_3^- است.

پ) صابون در واکنش با این یون‌ها رسوب کرده ولی غیرصابونی‌ها رسوب نمی‌کنند.

ث) تعداد اتم اکسیژن در صابون ۲ و در پاک‌کننده‌های غیرصابونی ۳ است.

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۴۰۵ **B** یک پاک‌کننده صابونی مایع و **D** یک پاک‌کننده غیرصابونی جامد است. بخش آب‌گریز **B** به‌صورت $C_{17}H_{35}$ و برای **D** به‌صورت $C_{12}H_{25}-C_6H_4$ است که به ترتیب ۵۲ و ۴۷ اتم دارند.

A و **C** پاک‌کننده‌های خورنده هستند. **A** به دلیل اسیدی بودن برای از بین بردن رسوبات آهکی مثل رسوب دیواره کتری و **C** به دلیل اینکه یک باز قوی است برای باز کردن لوله‌هایی که با اسید چرب و چربی‌ها مسدود شده است، مناسب هستند.

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۴۰۶ بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: نادرست – پاک‌کننده‌های خورنده با آلاینده‌ها، هم واکنش می‌دهند و هم برهمکنش دارند.

گزینهٔ «۲»: نادرست $RC_6H_4SO_3^-Na^+$

گزینهٔ «۳»: نادرست – صابون مراغه به دلیل خاصیت بازی مناسب برای موهای چرب استفاده می‌شود.

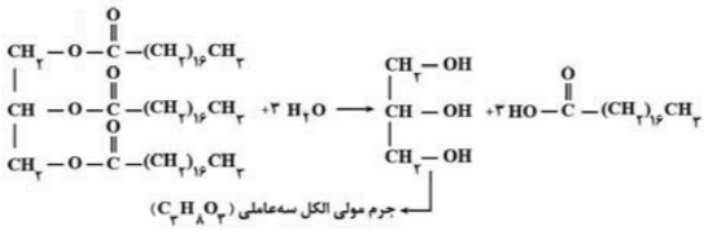
(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

۴۰۷ با توجه به این‌که فرمول عمومی صابون مایعی که یک پیوند سه‌گانه در زنجیر آلکیل آن وجود دارد به‌صورت $C_nH_{2n-3}COOK$ است پس جرم مولی صابون مورد نظر برابر است با:

$$C_nH_{2n-3}COOK \xrightarrow{n=14} C_{14}H_{25}COOK$$

$$\text{جرم مولی} = 15(12)+25(1)+2(16)+39 = 276\ \frac{g}{mol}$$

و در اثر آبکافت چربی زیر داریم:



$$\text{جرم مولی: } 3(12)+8(1)+3(16) = 92\ \frac{g}{mol}$$

$$\text{اختلاف جرم مولی} = 276-92 = 184g$$

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۴۰۸ بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول) درست. ابتدا فرمول ترکیب را به‌دست می‌آوریم که به‌صورت $C_{18}H_{29}SO_3Na$ می‌باشد.

$$\text{درصد جرمی کربن} = \frac{\text{جرم کربن}}{\text{جرم ترکیب}} \times 100 \rightarrow$$

$$\text{درصد جرمی کربن} = \frac{18 \times 12gC}{348g} \times 100 \simeq \%62$$

عبارت دوم) نادرست – عملکرد پاک‌کننده‌های صابونی و غیرصابونی براساس ایجاد برهم‌کنش بین ذره‌ای (ایجاد جاذبه) با آلودگی‌هاست نه واکنش شیمیایی با آن‌ها.

عبارت سوم) درست – قسمت **A** بخش قطبی پاک‌کننده بوده و آبدوست و چربی‌گریز می‌باشد.

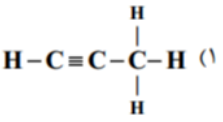
عبارت چهارم) درست – قدرت پاک‌کنندگی پاک‌کننده‌های غیرصابونی نسبت به پاک‌کننده‌های صابونی مانند $RCOONa$ بیشتر است.

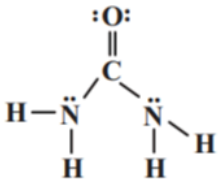
(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

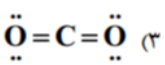
۴۰۹ فرمول مولکولی این پاک‌کننده غیرصابونی را به‌صورت $C_xH_yC_6H_4SO_3Na$ فرض می‌کنیم:

$$\text{جرم مولی پاک‌کننده} = 12x + y + 179 = 330 \rightarrow 12x + y = 151$$
$$\text{تفاوت شمار اتم‌های CH} = (y+4) - (x+6) = 6$$
$$\rightarrow y - x = 8$$
$$\Rightarrow \begin{cases} x = 11 \\ y = 19 \end{cases}$$

بنابراین فرمول مولکولی بخش **R** به‌صورت $C_{11}H_{19}$ است. فرمول کلی بخش **R** به‌صورت C_nH_{2n+1} است، از این رو بخش **R** این پاک‌کننده باید به‌صورت $C_{11}H_{23}$ باشد، در حالی‌که ۴ اتم هیدروژن کمتر دارد، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که بخش **R** دارای ۲ پیوند دوگانه است. ساختار لوویس هر یک از مولکول‌های داده شده در گزینه‌ها را رسم می‌کنیم:

۱) 

۲) 

۳) 

۴) 

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۴۱۰ فرمول عمومی صابون جامد با زنجیر آلکیل سیرشده به‌صورت $C_nH_{2n-1}O_2Na$ بوده و شمار پیوند اشتراکی آنها برابر $(3n+1)$ است.

$$3n + 1 = 52 \Rightarrow 3n = 51 \Rightarrow n = 17 \Rightarrow C_{17}H_{33}O_2Na$$

$$\underbrace{2C_{17}H_{33}O_2Na(aq)}_{\text{جرم مولی صابون}=292g.mol^{-1}} + Ca^{2+}(aq) \rightarrow (C_{17}H_{33}O_2)Ca(s) + 2Na^+(aq)$$

$$?gCa^{2+} = 14/6 \text{ صابون} \times \frac{20}{100} \times \frac{1mol \text{ صابون}}{292g \text{ صابون}} \times \frac{1molCa^{2+}}{2mol \text{ صابون}} \times \frac{40gCa^{2+}}{1molCa^{2+}} = 0/2g$$

$$d_{\text{محلول}} = \frac{m_{\text{محلول}}}{v_{\text{محلول}}} \Rightarrow 1/25(\frac{g}{mL}) = \frac{m_{\text{محلول}}}{2000(mL)} \Rightarrow m_{\text{محلول}} = 2500g$$

$$ppm_{Ca^{2+}} = \frac{m_{Ca^{2+}}}{m_{\text{محلول}}} \times 10^6 = \frac{0/2}{2500} \times 10^6 = 80$$

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۴۱۱ فقط عبارت سوم درست است.

بررسی همهٔ عبارت‌ها:

مورد اول: همهٔ اسیدها و بازها دارای یون‌های H^+ و OH^- در محلول خود هستند، بنابراین همگی آنها رسانای جریان برق هستند و میزان رسانایی آنها به مقدار یون‌های موجود در آنها بستگی دارد.

مورد دوم: آرنیوس کسی بود که اسیدها و بازها را بر یک مبنای علمی توصیف کرد.

یافته‌های تجربی او نشان داد که محلول اسیدها و بازها رسانای برق هستند، اما نتوانست دربارهٔ میزان اسیدی یا بازی بودن و رسانایی یک محلول اظهارنظر کند. همچنین شواهد بسیاری نشان می‌دهد پیش از آن‌که ساختار اسیدها و بازها شناخته شود، شیمی‌دان‌ها افزون بر ویژگی‌های اسیدها و بازها با برخی واکنش‌های آنها نیز آشنا بودند.

مورد سوم: پاک‌کننده‌های صابونی و غیرصابونی فقط با ایجاد برهمکنش آلودگی‌ها را می‌زدایند، در حالی‌که پاک‌کننده‌های خورنده مانند سفیدکننده‌ها از طریق ایجاد برهمکنش و واکنش دادن با آلودگی‌ها، آنها را پاک می‌کنند.

مورد چهارم: اغلب اکسیدهای حاصل از عناصر کربن، نیتروژن و ... اسید آرنیوس به شمار رفته و موجب افزایش یون H^+ در محلول می‌شود. توجه کنید برخی از اکسیدهای حاصل از این عناصر مانند NO ، N_2O و CO حالت خنثی دارند و با حل شدن در آب مقدار یون H^+ و OH^- را تغییر نمی‌دهند.

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۴۱۲ فرض می‌کنیم غلظت یون‌ها در محلول $M(۱)$ و $M(۲)$ مولار می‌باشد.

$$N_2O_5 + H_2O \rightarrow 2HNO_3 \rightarrow 2H^+ + 2NO_3^- \rightarrow \text{۴ یون}$$

$$\frac{x\,gr\,N_2O_5}{1\times108} = \frac{2M\times V}{4} \Rightarrow x = \frac{2MV\times108}{4}$$

$$BaO + H_2O \rightarrow Ba(OH)_2 \rightarrow 1Ba^{2+} + 2OH^- \rightarrow \text{۳ یون}$$

$$\frac{y\,g\,BaO}{1\times153} = \frac{M\times2V}{3} \Rightarrow y = \frac{2MV\times153}{3}$$

$$\frac{x}{y} = \frac{\frac{2MV\times108}{4}}{\frac{2MV\times153}{3}} = \frac{27}{51}$$

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۴۱۳ برای افزایش قدرت پاک‌کنندگی مواد شوینده به آنها نمک‌های فسفات می‌افزایند.

بررسی عبارت‌های درست:

گزینهٔ «۱»: محلول سود سوزآور (سدیم هیدروکسید)، در آب خاصیت بازی دارد و بازها کاغذ pH را آبی می‌کنند.

گزینهٔ «۲»: عسل دارای شمار زیادی گروه هیدروکسیل بوده و در آب محلول است. محلول ها بر خلاف کلوئیدها و سوسپانسیون‌ها نور را پخش نمی‌کنند.

گزینهٔ «۴»: این پاک‌کننده صابون مایع بوده و برخلاف پاک‌کننده‌های غیر صابونی، در آب سخت خاصیت پاک‌کنندگی خود را حفظ نمی‌کند زیرا با یون‌های کلسیم و منیزیم موجود در آب سخت رسوب می‌دهد.

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

۴۱۴ موارد «ب »و «ت» درست است.

بررسی عبارت‌ها:

الف) نادرست – مخلوط پایدار شده آب و روغن با استفاده از صابون، نوعی کلوئید است.

ب) درست – ذرات پخش شده در مخلوط کلوییـد و محلـول بـرخلاف سوسپانسـیون در آب ته‌نشین نمی‌شوند و پایدار هستند.

پ) نادرست – ذره‌های تشکیل‌دهندهٔ سوسپانسیون پس از مدتی ته‌نشین می‌شوند در نتیجـه سوسپانسیون پایدار نیست.

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۴۱۵ برای عبارت‌های (ب) و (پ) می‌توان واژه‌های مناسب را جایگزین کرد.

بررسی هریک از عبارت‌ها:

آ) پاک‌کننده $C_{17}H_{35}COO^-K^+$ یک صابون مایع به‌شمار می‌آید.

ب) NaOH یک پاک‌کننده خورنده به‌شمار آمده و علاوه بر برهم‌کنش میان ذره‌ها با آلاینده‌ها واکنش نیز می‌دهد.

پ) در نوعی از پاک‌کننده غیرصابونی ($C_{12}H_{25}-C_6H_4-SO_3^-Na^+$) بخش $C_{12}H_{25}-C_6H_4$ آب‌گریز می‌باشد.

ت) پاک‌کننده $C_{17}H_{35}COO^-Na^+$ یک پاک‌کننده صابونی به‌شمار آمده که در آب سخت رسوب تشکیل می‌دهد و خاصیت پاک‌کنندگی خود را حفظ نمی‌کند.

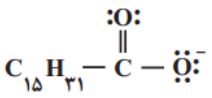
ث) مخلوط Al و NaOH یک پاک‌کننده خورنده بوده که در واکنش با آب، گاز هیدروژن آزاد می‌کند.

(قلمچی ۱۴۰۴-۱۴۰۳ - ساده)

۴۱۶ بررسی موارد:

الف) نادرست است. در این مولکول فقط دو اتم کربن می‌توان یافت که به اتم هیدروژن متصل نیستند؛ دو اتم کربن از حلقهٔ بنزنی که یکی به گروه SO_3^- و دیگری به زنجیر هیدروکربنی متصل است.

ب) درست است. ساختار آنیون ترکیب (b) به‌صورت زیر است:



$$\rightarrow \begin{cases} \text{شمار جفت الکترون‌های پیوندی} = ۴۹ \\ \text{شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی} = ۵ \end{cases} \Rightarrow \text{نسبت مورد نظر} = \frac{۴۹}{۵} = ۹/۸$$

پ) درست است. ساختار **(a)** یک پاک‌کننده غیرصابونی است. از مواد پتروشیمیایی طی واکنش‌های پیچیده، در صنعت تولید می‌شود و قدرت پاک‌کنندگی آن از ساختار **(b)** که یک پاک‌کننده صابونی است در آب سخت بیشتر است و با یون‌های موجود در آب سخت رسوب نمی‌دهد.

ت) درست است. همگی کلویید بوده و رفتار مشابه در مقابل پرتو نور دارند و ذره‌های سازنده سوسپانسیون، ذرات ریزماده هستند که ته‌نشین می‌شوند.

(قلمچی ۱۴۰۴-۱۴۰۳ - متوسط)

۴۱۷ با اضافه کردن صابون به مخلوط آب و روغن، مخلوط پایدار «کلویید» تولید می‌شود که ناهمگن است صابون مراغه افزودنی شیمیایی ندارد. به ازای هر مول استر طبیعی بلندزنجیر با مقدار کافی محلول سدیم هیدروکسید، ۳ مول صابون تولید می‌شود. جاذبه میان آب و بخش باردار صابون قوی‌تر از اسید چرب با آب است.

(قلمچی ۱۴۰۴-۱۴۰۳ - متوسط)

۴۱۸ براساس واکنش زیر به ازای هر مول استر سه‌عاملی سه مول سود مصرف می‌شود.

$$C_3H_5(C_nH_{2n+1}COO)_3(s) + 3NaOH(aq) \rightarrow 3C_nH_{2n+1}COONa(aq) + C_3H_8O_3(aq)$$

حال که ۰/۷۵ مول سود مصرف شده، $\frac{۰/۷۵}{۳} = ۰/۲۵$ مول استر سه‌عاملی داشته‌ایم. به این معنا که جرم یک مول از آن باید چهار برابر ۲۲۲/۵ یعنی ۸۹۰ گرم باشد. براساس فرمول، جرم $C_nH_{2n+1}COO$ را مجهول گرفته و به‌دست می‌آوریم. (توجه کنید که نیازی به محاسبه n نیست.)

$$۳\times۱۲+۵+۳x = ۸۹۰ \rightarrow x = \frac{۸۹۰-۴۱}{۳} = ۲۸۳$$

حال می‌توان جرم مولی صابون را با در نظر گرفتن سدیم حساب نمود.

$$۲۸۳+۲۳ = ۳۰۶$$

در نهایت هر مولکول صابون دو اتم اکسیژن دارد که معادل ۳۲ گرم بر مول سهم از ۳۰۶ گرم بر مول خواهد بود.

$$\text{درصد جرمی} = \frac{۳۲}{۳۰۶}\times۱۰۰ \simeq ۱۰/۵$$

(قلمچی ۱۴۰۴-۱۴۰۳ - دشوار)

۴۱۹ عبارت اول درست و عبارت دوم و سوم نادرست‌اند.

بررسی عبارت‌ها:

برای کاهش میزان اسیدی بودن خاک به آن آهک می‌افزایند و آهک **(CaO)** نوعی اکسید فلزی است. (درست)

محلول آبی سدیم کلرید حاوی یون‌هایی است که با جنبش‌های آزادانه و نامنظم در سرتاسر آن پراکنده‌اند. (نادرست)

ذرات سازندهٔ ترکیبات مولکولی اتم‌ها هستند نه یون‌ها! ترکیب مولکولی یون سازنده ندارد،تعریف درست یونش؛ به فرایندی که در آن یک ترکیب مولکولی در آب به یون‌های مثبت و منفی تبدیل می‌شود. (نادرست)

(قلمچی ۱۴۰۴-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۴۲۰ بررسی عبارت ها:

عبارت اول: درست

عبارت دوم: نادرست. شیمی‌دان‌ها ابتدا با ویژگی اسیدها و بازها آشنا شدند و سپس به ساختار آن‌ها پی بردند.

عبارت سوم: درست. زیرا

$$۱N_۲O_۵ + H_۲O \rightarrow ۲HNO_۳ \xrightarrow{\text{یونش}} \underbrace{۲H^+ + ۲NO_۳^-}_{\text{۴مول یون تولیدمی‌شود.}}$$

$$K_۲O + H_۲O \rightarrow ۲KOH \xrightarrow{\text{تفکیک یونی}} \underbrace{۲K^+ + ۲OH^-}_{\text{۴مول یون تولیدمی‌شود.}}$$

عبارت چهارم: درست

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۴۲۱ موارد ب و پ درست‌اند.

$$\alpha_{HA} = ۲ \times \alpha_{HX} \rightarrow [H^+] = \alpha \times M$$

$$HA: [H^+] = ۰/۲ \times \alpha_{HA} = ۰/۲ \times (۲ \times \alpha_{HX}) = ۰/۴ \times \alpha_{HX}$$

$$HX: [H^+] = ۰/۴ \times \alpha_{HX} \Rightarrow pH_{HA} = pH_{HX}, [H^+]_{HA} = [H^+]_{HX}$$

الف) نادرست، pH هر دو برابر است.

ب) درست، $[H^+]$ آنها برابر است و چون حجم آنها متفاوت است، تعداد یون H^+ آنها متفاوت می‌باشد.

پ) درست، اگر HA اسید قوی باشد، درجه یونش آن ۱ و درجه یونش HX، ۰/۵ می‌باشد

پس داریم:

$$[H^+] = \alpha M = ۰/۵ \times ۰/۴ = ۰/۲M \rightarrow pH = -\log^{۰/۲} \rightarrow ۱ - \log^{۲} = ۰/۷$$

ت) نادرست، HA اسید قوی‌تری است پس نمی‌تواند استیک‌اسید باشد زیرا استیک‌اسید از فورمیک‌اسید ضعیف‌تر است.

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۴۲۲

$$[H^+] = ۱۰^{-pH} \Rightarrow ۱۰^{-۲/۷} = ۱۰^{۰/۳} \times ۱۰^{-۳} \Rightarrow ۲ \times ۱۰^{-۳}$$

$$\text{در دمای اتاق } = [H^+].[OH^-] = ۱۰^{-۱۴}$$

$$\Rightarrow ۲ \times ۱۰^{-۳} \times [OH^-] = ۱۰^{-۱۴} \Rightarrow [OH^-] = ۵ \times ۱۰^{-۱۲} \Rightarrow \frac{[H^+]}{[OH^-]} = \frac{۲ \times ۱۰^{-۳}}{۵ \times ۱۰^{-۱۲}} = ۴ \times ۱۰^{۸}$$

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

۴۲۳ فقط مورد دوم صحیح است.

بررسی موارد نادرست:

مورد اول: رسانایی الکتریکی یک محلول به میزان غلظت یون‌های موجود در آن بستگی دارد پس رسانایی این دو محلول با هم برابر نیست، رسانایی محلول $Al(NO_۳)_۳$ بیشتر است.

مورد سوم: HCl اسید قوی‌تر است، در شرایط یکسان بیشتر یونیده می‌شود، پس غلظت یون کلرید نسبت به یون فلوئورید بیشتر است.

مورد چهارم: هرچه ثابت یونش بزرگ‌تر باشد، آن اسید قوی‌تر است و در شرایط یکسان pH محلول آن اسید کمتر است.

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۴۲۴ بررسی گزینه‌ها:

الف) نادرست است. سدیم هیدروکسید ترکیب یونی است و لفظ یونش برای آن نادرست می‌باشد . لفظ درست تفکیک است.

ب) نادرست است.

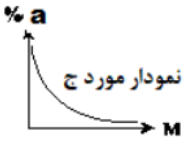
N_2O_5 (دی‌نیتروژن پنتااکسید) → اکسید نافلزی → اسید آرنیوس

K_2O → اکسید فلزی → باز آرنیوس

CO_2 → کربن دی‌اکسید → اسید آرنیوس

$$\text{اسید } HF \xrightarrow[\text{ضعیف}]{\text{اسید}} K_a \simeq M\alpha^2 \rightarrow M \propto \frac{1}{\alpha^2} \rightarrow \alpha^2 \propto \frac{1}{M}$$

ج) نادرست است.



د) نادرست است. محلول آب گازدار، اسیدی است. پس $[H^+] > [OH^-]$ است.

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۴۲۵

$$[H^+] = [CN^-] = 10^{-pH} = 10^{-5/15} = 10^{0/85} \times 10^{-6} = 7 \times 10^{-6}\ mol.L^{-1}$$

$$[OH^-] = \frac{10^{-14}}{[H^+]} = \frac{10^{-14}}{7 \times 10^{-6}} = \frac{1}{7} \times 10^{-8}$$

$$[CN^-]/[OH^-] = \frac{7 \times 10^{-6}}{\frac{1}{7} \times 10^{-8}} = 49 \times 10^2 = 4900 \text{ برابر}$$

$$K_a = \frac{[H^+][CN^-]}{[HCN]} = \frac{7 \times 10^{-6} \times 7 \times 10^{-6}}{10^{-1}} = 49 \times 10^{-11} = 4/9 \times 10^{-10}$$

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۴۲۶ اسیدها و بازهای قوی به‌صورت ۱۰۰% تفکیک می‌شوند و K_a بسیار بزرگ دارند بنابراین HX همان HCl است و انحلال آن ۱۰۰% یونی است.

اسیدها و بازهای ضعیف به‌صورت جزئی تفکیک شده و K_a کوچکی دارند. در این مواد انحلال بیشتر به‌صورت مولکولی بوده و انحلال یونی کم می‌باشد. بنابراین HY همان HCOOH است.

مواد غیرالکترولیت که نه اسید هستند و نه باز و نه نمک، ۱۰۰% انحلال مولکولی دارند و K_a بسیار ناچیزی دارند، بنابراین HZ همان CH_3OH است.

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

۴۲۷ بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: چون سدیم هیدروکسید باز قوی‌تری است پس رسانایی بیشتری دارد.

گزینهٔ «۲»: هرچه ثابت یونش باز بیشتر باشد آن باز قوی‌تر بوده و در نتیجه غلظت یون هیدروکسید آن بیشتر و pH محلول آن بیشتر است.

گزینهٔ «۳»: بعد از تعادل، غلظت گونه‌ها ثابت باقی می‌ماند.

گزینهٔ «۴»: با تغییر غلظت، ثابت یونش بدون تغییر اما درصد یونش، تغییر می‌کند.

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۴۲۸ چون K_a کمتر از 10^{-3} است بنابراین از مقدار ΔM در M_2 واکنش‌دهنده صرف‌نظر می‌کنیم :

	$HA \rightleftharpoons$	$H^+ +$	A^-
M_1	۰/۰۴	۰	۰
ΔM	$-x$	x	x
M_2	$۰/۰۴-x$	x	x

$$K_a=\frac{[H^+][A^-]}{[HA]}\Rightarrow ۲\times۱۰^{-۵}=\frac{x\times x}{۴\times۱۰^{-۲}}\Rightarrow x^۲=۸\times۱۰^{-۷}$$

$$x^۲\simeq ۰/۰۰۰۰۰۰۸۱\Rightarrow x^۲=۸۱\times۱۰^{-۸}\xrightarrow{\sqrt{\ }} x=۹\times۱۰^{-۴}$$

بنابراین $[A^-]=[H^+]$ تقریباً برابر ۹×۱۰^{-۴} است.

$$\%\alpha=\frac{|\Delta M|}{M_1}\times۱۰۰\Rightarrow\frac{۹\times۱۰^{-۴}}{۴\times۱۰^{-۲}}\times۱۰۰=۲/۲۵\%$$

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۴۲۹ فقط عبارت اول درست است.

بررسی همه عبارت‌ها:

مورد اول: از آنجایی‌که سولفوریک‌اسید یک اسید قوی و نیتروااسید یک اسید ضعیف است، ممکن است به دلیل اینکه یونش نیتروااسید به‌صورت تعادلی و دوطرفه است، غلظت H^+ حاصل از یونش آن کمتر از غلظت H^+ حاصل از یونش سولفوریک‌اسید باشد، در حالی‌که غلظت اولیه سولفوریک‌اسید کمتر است. بنابراین این امکان وجود دارد که pH محلول سولفوریک‌اسید کمتر از نیتروااسید باشد.

مورد دوم: معادلهٔ یونش سولفوریک‌اسید و نیتروااسید به‌صورت مقابل است:

$$H_۲SO_۴(aq)\rightarrow ۲H^+(aq)+SO_۴^{۲-}(aq)$$

$$HNO_۲(aq)\rightleftharpoons H^+(aq)+NO_۲^-(aq)$$

اگر pH دو محلول با هم برابر باشد، غلظت یون H^+ در دو محلول نیز برابر خواهد بود، اما با توجه به ضرایب استوکیومتری غلظت یون $NO_۲^-$ در محلول II از غلظت یون $SO_۴^{۲-}$ در محلول I بیشتر خواهد بود، از این رو رسانایی الکتریکی محلول II نیز بیشتر می‌باشد.

نکته: اگر بخواهیم علمی‌تر بیان کنیم، یونش سولفوریک‌اسید به‌صورت دو مرحله‌ای است:

مرحلهٔ ۱: $H_۲SO_۴(aq)\rightarrow H^+(aq)+HSO_۴^-(aq)$

مرحلهٔ ۲: $HSO_۴^-(aq)\rightleftharpoons H^+(aq)+SO_۴^{۲-}(aq)$

اگر این‌گونه هم در نظر بگیریم باز هم به نتیجه یکسان خواهیم رسید و غلظت یون‌ها و رسانایی الکتریکی در محلول I کمتر از محلول II است.

مورد سوم: اگر به محلول سولفوریک‌اسید مقداری آب اضافه کنیم، چون سولفوریک‌اسید یک اسید قوی است، نسبت غلظت محلول و غلظت یون H^+ برابر خواهد بود. در حالی‌که در محلول نیتروااسید، چون یک اسید ضعیف است با افزودن آب طبق رابطه مقابل نسبت تغییرات غلظت یون H^+ برابر جذر تغییرات غلظت محلول خواهد بود:

$$K_a=\frac{[H^+][NO_۲^-]}{[HNO_۲]}\xrightarrow{[H^+]=[NO_۲]}K_a=\frac{[H^+]^۲}{[HNO_۲]}$$

بنابراین با افزودن مقدار مشخصی آب به هر لیتر از آنها، میزان تغییر pH در محلول I بیشتر خواهد بود.

مورد چهارم: مقدار فلز منیزیم مورد نیاز تابع غلظت اولیه محلول است. اگر pH دو محلول برابر باشد چون محلول I یک اسید قوی و محلول II یک اسید ضعیف است، غلظت محلول II بیشتر از محلول I خواهد بود و مقدار منیزیم مورد نیاز برای واکنش آن نیز بیشتر است.

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۴۳۰

$$N_۲O_۵(s)+H_۲O(l)\rightarrow ۲H^+(aq)+۲NO_۳^-(aq)$$

$$[H^+][OH^-]=۱\times۱۰^{-۱۴}\Rightarrow[H^+]\times۵\times۱۰^{-۱۳}=۱۰^{-۱۴}$$

$$\Rightarrow[H^+]=۲\times۱۰^{-۲}mol.L^{-۱}$$

$$[H^+]=M=\frac{n}{V}\Rightarrow ۲\times۱۰^{-۲}=\frac{n}{۲L}\Rightarrow n_{HNO_۳}=۰/۰۴mol$$

$$?gN_۲O_۵=۰/۰۴molHNO_۳\times\frac{۱molN_۲O_۵}{۲molHNO_۳}\times\frac{۱۰۸gN_۲O_۵}{۱molN_۲O_۵}=۲/۱۶gN_۲O_۵$$

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۴۳۱

$$۴۰gHA\times\frac{۱molHA}{۸۰gHA}=۰/۵molHA\Rightarrow[HA]=\frac{molHA}{V}=\frac{۰/۵}{۲}=۰/۲۵\frac{mol}{L}HA$$

$$[HA]=[H^+]=۰/۲۵mol.L^{-۱}\Rightarrow pH=-\log[H^+]=-\log۲۵\times۱۰^{-۲}=۲-\log۲۵\Rightarrow pH=۲-۱/۴=۰/۶$$

$$(۱\log۲۵=\log۵^۲=۲\log۵=۱/۴)$$

$$pH_{HB}=pH_{HA}+۳/۴=۰/۶+۳/۴=۴$$

$$[H^+]=۱۰^{-pH}=۱۰^{-۴}$$

$$K_a=\frac{[H^+]^۲}{M-[H^+]}\Rightarrow۲\times۱۰^{-۵}=\frac{(۱۰^{-۴})^۲}{M-۱۰^{-۴}}\Rightarrow M-۱۰^{-۴}=\frac{۱۰^{-۸}}{۲\times۱۰^{-۵}}=۰/۵\times۱۰^{-۳}\Rightarrow M=۶\times۱۰^{-۴}mol.L^{-۱}$$

$$\Rightarrow۶\times۱۰^{-۴}\times۲L=۱/۲\times۱۰^{-۳}mol_{HB}$$

$$۱/۲\times۱۰^{-۳}mol_{HB}\times\frac{۶۰g_{HB}}{۱mol_{HB}}=۷/۲\times۱۰^{-۲}g_{HB}$$

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۴۳۲

ابتدا مقدار مول مخلوط گازی را حساب می‌کنیم:

$$۸/۴Lگاز\times\frac{۱molگاز}{۲۸Lگاز}=۰/۳molگاز$$

حال مجموع غلظت این دو گاز در آب را به‌دست می‌آوریم:

$$\text{غلظت مولار}=\frac{\text{مول}}{\text{حجم محلول}}=\frac{۰/۳mol}{۴L}=۰/۰۷۵mol.L^{-۱}$$

غلظت گاز HF را برابر x مول بر لیتر و غلظت گاز HBr را $(۰/۰۷۵-x)$ مول بر لیتر فرض می‌کنیم. HBr یک اسید قوی است و تمام مولکول‌های آن به یون تبدیل می‌شوند، اما HF یک اسید ضعیف است و تنها بخشی از مولکول‌های آن یونیده می‌شوند، بنابراین مقدار یون‌های H^+ و F^- حاصل از حل شدن HF را به‌دست می‌آوریم:

$$\text{درجهٔ یونش HF}=\frac{\text{شمار مولکول‌های یونیده‌شده}}{\text{شمار کل مولکول‌های حل‌شده}}=\frac{۲۰}{۲۲۰}=\frac{۱}{۱۱}$$

از این رو در اثر یونش HF و در حالت تعادل غلظت یون H^+ برابر $\frac{x}{۱۱}$ مول بر لیتر است.

غلظت کل یون H^+ در محلول برابر است با:

$$[H^+]_{کل}=[H^+]_{HF}+[H^+]_{HBr}=\frac{x}{۱۱}+(۰/۰۷۵-x)=(۰/۰۷۵-\frac{۱۰x}{۱۱})mol.L^{-۱}$$

	HF	H^+	F^-
غلظت اولیه	x	$[H^+]_{HF}$	۰
تغییرات غلظت	$-\frac{x}{۱۱}$	$+\frac{x}{۱۱}$	$+\frac{x}{۱۱}$
غلظت تعادلی	$\frac{۱۰x}{۱۱}$	$[H^+]_{HF}+\frac{x}{۱۱}$	$\frac{x}{۱۱}$

حال از روی pH داده شده مقدار x را به‌دست می‌آوریم:

$$[H^+]_{کل}=۱۰^{-pH}=۱۰^{-۱/۶}=۱۰^{-۲}\times۱۰^{۰/۴}=۲/۵\times۱۰^{-۲}$$

$$=۰/۰۷۵-\frac{۱۰x}{۱۱}\rightarrow x=۰/۰۵۵mol.L^{-۱}$$

بنابراین در حالت تعادل نهایی غلظت هریک از گونه‌های H^+، F^- و HF به ترتیب برابر ۰/۰۲۵، ۰/۰۰۵ و ۰/۰۵ مول بر لیتر است. در نهایت ثابت یونش HF را محاسبه می‌کنیم:

$$K_a=\frac{[H^+][F^-]}{[HF]}=\frac{۲۵\times۱۰^{-۳}\times۵\times۱۰^{-۳}}{۵\times۱۰^{-۲}}=۲/۵\times۱۰^{-۳}\frac{mol}{L}$$

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۴۳۳ سدیم هیدروکسید و هیدروکلریک‌اسید به ترتیب باز قوی و اسید قوی هستند و به‌طور کامل در آب تفکیک یونی می‌یابند نمک‌های باریم‌کلرید و آلومینیوم نیترات هر دو در آب محلول بوده و تفکیک یونی می‌شوند.

با توجه به این‌که رسانایی الکتریکی هر محلول به مقدار و غلظت یون‌های موجود در آن بستگی دارد و با توجه به معادلهٔ یونش یا تفکیک یونی هریک از ترکیب‌های داده شده، مشخص می‌شود که در شرایط یکسان رسانایی الکتریکی محلول ۰/۲ مولار آلومینیم نیترات از بقیه بیشتر است؛ (رسانایی الکتریکی محلول با مقدار و غلظت یون‌های موجود در آن رابطهٔ مستقیم دارد.)

ترکیب	معادلهٔ‌یونش یا تفکیک یونی در آب	مجموع غلظت یون‌های حاصل
سدیم هیدروکسید	$NaOH(s) \rightarrow Na^{+}(aq) + OH^{-}(aq)$	۰/۴
هیدروکلریک‌اسید	$HCl(aq) \rightarrow H^{+}(aq) + Cl^{-}(aq)$	۰/۴
باریم‌کلرید	$BaCl_2(s) \rightarrow Ba^{2+}(aq) + 2Cl^{-}(aq)$	۰/۶
آلومینیم نیترات	$Al(NO_3)_3(s) \rightarrow Al^{3+}(aq) + 3NO_3^{-}(aq)$	۰/۸

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۴۳۴ بررسی گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: اگر محلول دو اسید، **pH** برابری داشته باشند می‌توان گفت غلظت $[H^+]$ این دو محلول نیز با هم برابر است. با توجه به اینکه هر دو اسید، تک‌پروتون‌دار هستند می‌توان گفت غلظت یون‌های موجود در آن‌ها نیز مساوی بوده و در نتیجه رسانایی برابری خواهند داشت.

گزینهٔ «۲»: نادرست است. برخی از ترکیبات یونی با اینکه جزو الکترولیت‌های قوی هستند، امّا رسانای خوبی برای جریان برق نیستند زیرا در آب به اندازهٔ کافی یون تولید نمی‌کنند.

برخی از این ترکیبات عبارتند از:

$$Ca_3(PO_4)_2 \quad ، \quad BaSO_4 \quad ، \quad AgCl$$

گزینهٔ «۳»: ویتامین **K**، استون و اتانول (C_2H_5OH) مواد مولکولی هستند که غیرالکترولیت هستند و در آب انحلال کاملاً مولکولی دارند و هیچ یونی ایجاد نمی‌کنند.

گزینهٔ «۴»: شدت نور لامپ در محلول آلومینیم سولفات $(Al_2(SO_4)_3)$ بیشتر از نمک خوراکی $(NaCl)$ است زیرا بر اثر انحلال هر مول آلومینیم سولفات در آب، ۵ مول یون تولید می‌شود ولی براثر انحلال هر مول نمک خوراکی، ۲ مول یون ایجاد می‌شود:

$$Al_2(SO_4)_3 \rightarrow 2Al^{3+} + 3SO_4^{2-}$$

$$NaCl \rightarrow Na^{+} + Cl^{-}$$

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۴۳۵ مقدار **K** فقط به دما بستگی دارد و برای یک واکنش تعادلی در دمای معین مقداری ثابت است. هم‌چنین ثابت یونش نشان‌دهندهٔ میزان پیشرفت فرایند یونش تا رسیدن به تعادل است. معادلهٔ یونش هر دو اسید فورمیک‌اسید و استیک‌اسید که اسیدی ضعیف به حساب می‌آیند دوطرفه و تعادلی است. دقت کنید در سامانه‌های تعادلی محلول اسیدهای ضعیف غلظت تمام گونه‌های موجود در تعادل ثابت است نه یکسان! (رد گزینهٔ ۴)

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

۴۳۶

$$\begin{array}{ccccc} HA & \rightleftharpoons & H^{+} & + & A^{-} \\ M & & 0 & & 0 \\ -X & & +X & & +X \\ \hline M-X & & X & & X \end{array}$$

$$M - X = 0/03 \xrightarrow{x=0/07} M = 0/1$$

$$\alpha = \frac{X}{M} \rightarrow \alpha = \frac{0/07}{0/1} = 0/7$$

درصد یونش $= 0/7 \times 100 = 70\%$

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۴۳۷ قدرت اسیدی این اسیدها به صورت زیر است.

$$K_a : HCl > CH_3COOH > HCN$$

بررسی موارد:

آ) درست؛ زیرا غلظت یون هیدرونیوم در محلول **HCN** کمتر بوده و **pH** با غلظت یون هیدرونیوم رابطه وارونه دارد.

ب) درست؛ قدرت اسیدی **HF** از **HCN** و CH_3COOH بیشتر است. بنابراین در شرایط یکسان رسانایی الکتریکی محلول آن بیشتر خواهد بود.

پ) درست؛ زیرا **HCN** اسید ضعیف بوده و به مقدار کمتری یونش می‌یابد.

ت) درست؛ زیرا شمار مول‌های اسید در ۲۰۰ میلی‌لیتر از سه محلول یکسان است! و هر سه، اسیدهایی تک پروتون‌دار هستند.

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۴۳۸ بررسی موارد:

الف) خیر

$$BaCl_2(s) \xrightarrow{\text{آب}} Ba^{2+}(aq) + 2Cl^-(aq)$$

تعداد ذره $\times M = 3 \times 0/2 = 0/6$

$$Al(NO_3)_2(s) \xrightarrow{\text{آب}} Al^{3+}(aq) + 3NO_3^-(aq)$$

تعداد ذره $\times M = 4 \times 0/1 = 0/4$

هرچه مقدار $n \times M$ (تعداد ذره) در محلول بیشتر باشد رسانایی الکتریکی بیشتر است.

ب) هرچه K_a بزرگتر باشد، اسید قوی‌تر است.

پ) ثابت یونش اسید به دما وابسته است و با اضافه کردن آب خالص و رقیق‌تر شدن اسید، ثابت یونش تغییری نمی‌کند.

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۴۳۹ بررسی گزاره‌ها:

الف) درست است؛ در ابتدا در محلول متیل‌آمین ۰/۱ مول و در محلول آمونیاک ۰/۰۴ مول حل‌شونده حل شده است. با توجه به اینکه هم شمار حل‌شونده اولیه متیل‌آمین بیشتر بوده و هم درصد کمتری یونیده شده، پس شمار مولکول‌های یونیده نشده بیشتری در محلول آن وجود دارد.

ب) نادرست؛ باتوجه به اینکه:

غلظت یون هیدروکسید در محلول متیل‌آمین $= 1 \times \alpha = \alpha$

غلظت یون هیدروکسید در محلول آمونیاک $= 0/2 \times 4\alpha = 0/8\alpha$

غلظت یون هیدروکسید در محلول متیل‌آمین بیشتر بوده، خاصیت بازی محلول و در نتیجه **pH** آن بیشتر است.

پ) درست؛ چون محلول متیل‌آمین غلظت یون هیدروکسید بیشتری دارد. و حاصل‌ضرب غلظت یون هیدرونیوم و هیدروکسید در دمای ثابت برابر عدد ثابتی است، غلظت یون هیدرونیوم محلول متیل‌آمین باید کمتر از محلول آمونیاک باشد.

ت) نادرست؛ ثابت یونش فقط با تغییر دما تغییر می‌کند و غلظت باز تأثیری بر آن ندارد

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۴۴۰

$$pH = -\log[H^+] \Rightarrow [H^+] = 10^{-pH} = 10^{-4/7} = 10^{0/3} \times 10^{-5} = 2 \times 10^{-5}$$

$$[H^+] = M_A n \alpha \xrightarrow[M_A = 0/1M]{n=1} \alpha = \frac{[H^+]}{M_A} = \frac{2 \times 10^{-5}}{0/1} = 2 \times 10^{-4}$$ درجه یونش

$$\%\alpha = 2 \times 10^{-2}$$ درصد یونش

$$\text{در دمای } 25^\circ C \Rightarrow [H^+][OH^-] = 10^{-14} \Rightarrow [OH^-] = \frac{10^{-14}}{2 \times 10^{-5}} = 0/5 \times 10^{-9} mol.L^{-1}$$

$$\frac{[H^+]}{[OH^-]} = \frac{2 \times 10^{-5}}{0/5 \times 10^{-9}} = 4 \times 10^4$$

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۴۴۱ ۳ عبارت صحیح و ۲ عبارت نادرست است. پس: ۳ − ۲ = ۱ واحد

عبارت اول: صحیح ؛

$[H^+] = ۰/۰۳ \rightarrow pH = -\log[۰/۰۳] = -\log(۳\times۱۰^{-۲}) = ۱/۵$

عبارت دوم: نادرست. رابطهٔ $[H^+]\times[OH^-] = ۱۰^{-۱۴}$ و $[H^+] = [OH^-] = ۱۰^{-۷}$ فقط در دمای اتاق برقرار است. در سایر دماها مقادیر متفاوتی خواهد بود.

عبارت سوم: نادرست. واکنش‌های رفت و برگشت تا جایی پیش می‌روند که مقدار واکنش‌دهنده‌ها و فرآورده‌ها به مقدار ثابتی برسد. برابر شدن غلظت‌ها و مقدار شرطی از تعادل نیست.

عبارت چهارم: صحیح، ویژگی اسیدهای ضعیف یونش جزئی و اندک آن‌ها می‌باشد و تعداد اندکی از مولکول‌های حل شده به یون تبدیل می‌شوند و قسمت عمدهٔ آن‌ها با مولکول‌های آب نیروهای بین مولکولی می‌دهند و بدین طریق در آب حل می‌شوند.

عبارت پنجم: صحیح، $RC_۶H_۴SO_۳^-Na^+$ پاک‌کنندهٔ غیرصابونی است و قدرت پاک‌کنندگی آن بیشتر از پاک‌کننده‌های صابونی است.

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۴۴۲

$$HX: ۱۲g\times\frac{۱mol}{۱۵۰g} = ۰/۰۸mol \Rightarrow M_۱ = \frac{n}{V} = \frac{۰/۰۸}{۰/۵} = ۰/۱۶mol.L^{-۱}$$

$$\Rightarrow HY: ۸g\times\frac{۱mol}{۵۰g} = ۰/۱۶mol \Rightarrow M_۲ = \frac{n}{V} = \frac{۰/۱۶}{۰/۵} = ۰/۳۲mol.L^{-۱}$$

از آنجایی‌که غلظت یون هیدرونیوم در محلول HX دو برابر غلظت یون هیدرونیوم در محلول HY است؛ پس:

$$[H^+]_۱ = ۲[H^+]_۲ \Rightarrow M_۱\alpha_۱ = ۲M_۲\alpha_۲ \Rightarrow ۰/۱۶\times\alpha_۱ = ۲\times۰/۳۲\times\alpha_۲ \Rightarrow \frac{\alpha_۱}{\alpha_۲} = \frac{۲\times۰/۳۲}{۰/۱۶} = ۴$$

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۴۴۳ هیدروفلوئوریک اسید، یک اسید ضعیف با یونش تعادلی است. بنابراین دو اسید HZ و HX که K_a کمتری نسبت به آن دارند نیز قطعاً یونش تعادلی خواهند داشت.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: مقایسهٔ قدرت استیک‌اسید، فورمیک‌اسید و هیدروسیانیک‌اسید به‌صورت زیر است:

$$HCN < CH_۳COOH < HCOOH$$

گزینهٔ «۲»: رسانایی به غلظت نیز وابسته است.

گزینهٔ «۴»: درجهٔ یونش افزایش می‌یابد.

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۴۴۴ همهٔ موارد درست هستند.

محلول (I) اسید قوی است و در آب یونش کامل دارد و محلول (II) اسید ضعیف و یونش جزئی دارد.

الف) در محلول (I) یونش کامل است و تعداد یون‌های بیشتری تولید می‌شود پس رسانایی الکتریکی بیشتری دارد.

ب) مجموع ذرات در محلول اسید قوی بیشتر است.

پ) با گرم کردن محلول، غلظت H^+ در محلول اسید ضعیف بیشتر می‌شود (α و دما رابطه مستقیم دارند.) امّا در اسید قوی غلظت H^+ ثابت است. بنابراین اختلاف غلظت یون هیدرونیوم دو محلول کاهش می‌یابد.

ت) $HNO_۳$ به اندازهٔ جرم یک اتم اکسیژن، جرم مولی بیشتری از $HNO_۲$ دارد.

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۴۴۵

$$\begin{array}{l} HA \rightleftharpoons H^+ + A^- \quad \text{درجه یونش} = \dfrac{[H^+]}{M} \\ \text{غلظت اولیه} \quad ۰/۰۱ \quad ۰ \quad ۰ \\ \qquad\qquad -x \quad +x \quad +x \\ \text{غلظت تعادلی} \quad ۰/۰۱-x \quad x \quad x \end{array}$$

$$\Rightarrow \frac{\text{درصد یونش}}{۱۰۰} = \frac{x}{۰/۰۱} \quad [H^+] = x = \frac{۱۰^{-۳}}{۱۰۰} \Rightarrow \underline{x = ۱۰^{-۵}}$$

$$K_a = \frac{[H^+].[A^-]}{[HA]} \Rightarrow K_a = \frac{۱۰^{-۵} \times ۱۰^{-۵}}{(۱۰^{-۲} - ۱۰^{-۵})} \xrightarrow[\text{کوچکتر است}]{۱۰^{-۵} \text{در مقابل } ۱۰^{-۲}} K_a = \frac{۱۰^{-۱۰}}{۱۰^{-۲}} = ۱۰^{-۸}$$

در محلول دوم غلظت $[H^+]$ برابر غلظت $[A^-]$ خواهد بود.

$$pH = ۵/۷ \rightarrow [H^+] = ۱۰^{-۵/۷} = ۲ \times ۱۰^{-۶} \frac{mol}{L}$$

$$K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]} \xrightarrow[\text{ثابت، یکسان است}]{\text{مقدار } K_a \text{ در دمای}} ۱۰^{-۸} = \frac{۲ \times ۱۰^{-۶} \times ۲ \times ۱۰^{-۶}}{[HA]} \Rightarrow [HA] = ۴ \times ۱۰^{-۴} \ mol.L^{-۱}$$

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۴۴۶

بررسی بررسی گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: ممکن اسید اسیدی قوی‌تر باشد اما به مقدار ناچیزی در آب حل شده باشد و $[H^+]$ محلول آن بسیار کم باشد. خاصیت اسیدی $= [H^+]$

گزینهٔ «۲»: قدرت اسیدی به K_a و درجهٔ یونش بستگی دارد نه به غلظت آن.

گزینهٔ «۳»: منیزیم هیدروکسید $(Mg(OH)_۲)$ به عنوان ضد اسید به‌کار می‌رود.

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۴۴۷

$$HA(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + A^-(aq)$$

$$K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]}, [H^+] = [A^-] \Rightarrow K_a = \frac{[H^+]^۲}{[HA]}$$

اگر عبارت ثابت یونش دو اسید را بر هم تقسیم کنیم داریم:

$$\frac{K_a HA}{K_a HX} = \left(\frac{[H^+]_{HA}}{[H^+]_{HX}}\right)^۲ \times \frac{[HX]}{[HA]} \Rightarrow ۳۶ = \left(\frac{[H^+]_{HA}}{[H^+]_{HX}}\right)^۲ \times \frac{۱}{۰/۰۹} \Rightarrow \frac{[H^+]_{HA}}{[H^+]_{HX}} = \sqrt{۳۶ \times ۹ \times ۱۰^{-۲}} = ۶ \times ۳ \times ۰/۱ = ۱/۸$$

$$pH_{HX} - pH_{HA} = -\log[H^+]_{HX} - (-\log[H^+]_{HA}) = \log\left(\frac{[H^+]_{HA}}{[H^+]_{HX}}\right) = \log ۱/۸ = \log ۲ \times ۳^۲ \times ۱۰^{-۱} = ۰/۳ + ۰/۹۶ - ۱ = ۰/۲۶$$

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۴۴۸ واکنش دی‌نیتروژن پنتاکسید با آب به صورت زیر می‌باشد:

$$N_2O_5(s) + H_2O(l) \rightarrow 2HNO_3(aq) \rightarrow 2H^+(aq) + 2NO_3^-(aq)$$

با توجه به واکنش به ازای مصرف ۱ مول دی‌نیتروژن پنتاکسید (معادل ۱۰۸ گرم) و ۱ مول آب (معادل ۱۸ گرم) دو مول یون هیدروژن تولید می‌شود. بنابراین اختلاف جرم واکنش‌دهنده‌های مصرف شده برابر با ۹۰ گرم است. در نتیجه داریم:

$$?molH^+ = 12.5g \text{ اختلاف جرم} \times \frac{2molH^+}{90gr \text{ اختلاف جرم}} = \frac{2.5}{9}molH^+$$

در قدم بعد غلظت مولار یون هیدرونیوم را محاسبه و سپس pH محلول را به‌دست می‌آوریم:

$$[H^+] = \frac{2.5}{9} \times \frac{1}{12.5} = \frac{1}{45}mol.L^{-1} \Rightarrow pH = -\log[H^+] \Rightarrow pH = -\log\frac{1}{45} = \log 45 = \log 3^2 + \log 5 = 2(0/5) + 0/7 = 1/7$$

در نهایت pH محلول ۰/۳ مولار هیدروکلریک‌اسید را نیز محاسبه می‌کنیم باید توجه داشته باشید که هیدروکلریک‌اسید یک اسید قوی بوده و درجه یونش آن برابر با ۱ می‌باشد. پس داریم:

$$[H^+] = M\alpha \Rightarrow [H^+] = 0/3 \times 1 = 0/3$$
$$pH = -\log 0/3 \Rightarrow pH = 0/5$$

pH محلول اول نسبت به pH محلول هیدروکلریک‌اسید ۱/۲ واحد بزرگتر می‌باشد.

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۴۴۹ تنها عبارت چهارم درست است.

بررسی همهٔ عبارت‌ها:

مورد اول: شیر ترش و آب گازدار دارای خاصیت اسیدی هستند و pH کوچکتر از ۷ دارند، در حالی‌که خون موجود در رگ‌ها دارای $pH = 7/4$ است و خاصیت بازی دارد.

مورد دوم: محلول لوله‌بازکن نسبت به محلول شیشه‌پاک‌کن یک باز قوی‌تر است، بنابراین غلظت یون OH^- در آن نسبت به شیشه‌پاکن، بیشتر و غلظت یون H^+ در آن نسبت به شیشه‌پاک‌کن، کمتر است، از این رو نسبت $\frac{[H^+]}{[OH^-]}$ در محلول شیشه‌پاک‌کن بزرگتر خواهد بود.

مورد سوم: معادلهٔ واکنش محلول HCl و سود به‌صورت مقابل است:

$$HCl(aq) + NaOH(aq) \rightarrow NaCl(aq) + H_2O(l)$$

در اثر واکنش این دو ماده محلول NaCl تولید می‌شود. NaCl دارای یون‌های Na^+ و Cl^- است که پیوند اشتراکی ندارند. اما می‌دانیم که حلال این محلول آب است و در یک نمونه آب مقدار کمی از یون‌های هیدرونیوم (H_3O^+) و هیدروکسید (OH^-) وجود دارد که دارای پیوند اشتراکی هستند.

مورد چهارم: اگر این خاک در دمای اتاق قرار داشته باشد و غلظت یون H^+ در آن برابر 10^{-6} باشد، خاک دارای خاصیت اسیدی بوده و گل ادریسی در آن به رنگ آبی شکوفا می‌شود.

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۴۵۰ بررسی همهٔ گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: مطابق رابطهٔ $[H^+]=\sqrt{K_a.M_\circ}$؛ با فرض M یکسان، با توجه به بیشتر بودن K_a اسید HD، مولاریتهٔ H^+ آن بیشتر بوده و pH کمتری خواهد داشت.

گزینهٔ «۲»: با فرض $[A^-]=[D^-]$، مولاریتهٔ H^+ نیز یکسان خواهد بود و با توجه به ضعیف‌تر بودن اسید HA (K_a کمتر) به غلظت اولیه بیشتری جهت تولید یون یکسان نیاز داشته و درجهٔ یونش کمتری خواهد داشت.

گزینهٔ «۳»: با فرض $[HD]=[HA]$ و مطابق رابطه ثابت یونش اسیدی خواهیم داشت:

$$K_a=\frac{[H^+]^2}{[HA]}$$

$$(\frac{[H^+]_I}{[H^+]_{II}})^2=\frac{Ka_I}{Ka_{II}}=\frac{4\times10^{-8}}{9\times10^{-4}}=\frac{4}{9}\times10^{-4}\xrightarrow{\sqrt{\ }}\frac{[H^+]_I}{[H^+]_{II}}=\frac{2}{3}\times10^{-2}$$

$$\xrightarrow{\log}\log(\frac{[H^+]_I}{[H^+]_{II}})=\log2-\log3-2=0/3-0/5-2=-2/2\xrightarrow{\times-1}\underline{pH_I-pH_{II}=2/2}$$

گزینهٔ «۴»: در pH و $[H^+]$ برابر، مولاریته اولیه محلول $(HA)I$ بیشتر بوده و با فرض V یکسان، mol واکنش‌دهنده بیشتری در واکنش با فلز Mg در اختیار دارد که منجر به تولید فراورده گازی $(H_2(g))$ بیشتری خواهد شد.

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۴۵۱

$$[H^+]_{\text{اولیه}}=0/02\times0/2=0/004\,mol.L^{-1}$$

$$K_a=\frac{[H^+]}{M-[H^+]}\Rightarrow K_a=\frac{(0/004)^2}{(0/02-0/004)}=10^{-3}$$

چون K_a مستقل از غلظت است پس موقعی که اسید رقیق شود، K_a تغییر نمی‌کند پس با توجه به مقدار K_a می‌توانیم غلظت مولی محلول رقیق را محاسبه کنیم:

$$[H^+]_{\text{رقیق}}=10^{-2/7}=2\times10^{-3}\,mol.L^{-1}$$

$$K_a=\frac{[H^+]^2}{M-[H^+]}\Rightarrow10^{-3}=\frac{(0/002)^2}{(M_{\text{رقیق}}-0/002)}\Rightarrow M_{\text{رقیق}}=0/006\,\frac{mol}{L}$$

$$M\times V_{\text{غلیظ}}=M\times V_{\text{رقیق}}\Rightarrow0/02\times400=0/006\times V_{\text{رقیق}}\Rightarrow V_{\text{رقیق}}=\frac{4000}{3}mL$$

$$V_{\text{آب}}=\frac{4000}{3}-400=\frac{2800}{3}mL$$

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۴۵۲ معادلهٔ موازنهٔ گروه واکنش‌ها به‌صورت مقابل است:

$$Mg(OH)_2(s)+2CH_3COOH(aq)\rightarrow Mg(CH_3COO)_2(aq)+2H_2O(l)$$

$$Al(OH)_3(s)+3CH_3COOH(aq)\rightarrow Al(CH_3COO)_3(aq)+3H_2O(l)$$

مقدار مول آب تولیدی در این ۳ دقیقه را به‌دست می‌آوریم:

$$\bar{R}_{آب}=\frac{\Delta n_{آب}\times ضریب\ مولی}{\Delta t}\Rightarrow 75\times10^{-3}=\frac{\Delta n\times 18}{180}=0/75mol$$ مقدار مول آب تولیدی

بنابراین در این مدت در مجموع ۰/۷۵ مول آب تولید شده است و طبق ضرایب استوکیومتری، ۰/۷۵ مول از استیک اسید نیز مصرف شده است. حال از روی تغییرات pH نسبت تغییرات غلظت مولی محلول اسید را محاسبه می‌کنیم:

$$pH=-\log[H^+]\begin{cases}pH_1=a=-\log[H^+]_1\\ pH_2=a+0/3=-\log[H^+]_2\end{cases}\Rightarrow pH_2-pH_1=0/3=-\log[H^+]_2+\log[H^+]_1=\log\frac{[H^+]_1}{[H^+]_2}=10^{0/3}=2$$

از آنجایی‌که اسید ضعیف است از روی K_a نسبت تغییرات غلظت را به‌دست می‌آوریم:

$$K_a=\frac{[H^+]_1^2}{M_1}=\frac{[H^+]_2^2}{M_2}\xrightarrow{\frac{[H^+]_1}{[H^+]_2}=2}M_1=4M_2$$

مقدار مول مصرفی استیک‌اسید در این مدت ۰/۷۵ مول بوده و غلظت آن $\frac{1}{4}$ برابر شده و از این رو می‌توانیم مقدار M_1 را به‌دست آوریم:

$$\Delta M=M_2-M_1=-3M_2=\frac{0/75mol}{0/4L}\Rightarrow M_2=\frac{5}{8}mol.L^{-1}\rightarrow M_1=4M_2=4\times\frac{5}{8}=2/5mol.L^{-1}$$

حال از روی K_a، غلظت یون $[H^+]$ و pH اولیه محلول را به‌دست می‌آوریم:

$$K_a=\frac{[H^+]_1^2}{M_1}\Rightarrow 4\times10^{-5}=\frac{[H^+]_1^2}{2/5}\rightarrow[H^+]_1=10^{-2}mol.L^{-1}\Rightarrow pH=-\log10^{-2}=2$$

مقدار مول اولیه اسید برابر ۱ مول است $(2/5\times0/4=1)$ که در واکنش با ضداسید دارای منیزیم هیدروکسید و آلومینیم هیدروکسید به‌طور کامل خنثی شده است.

اگر فرض کنیم مقدار اسیدی که در واکنش با $Mg(OH)_2$ خنثی شده برابر x مول باشد، مقدار جرم $(a)Mg(OH)_2$ را به‌دست می‌آوریم:

$$x.molCH_3COOH\times\frac{1molMg(OH)_2}{2molCH_3COOH}\times\frac{58gMg(OH)_2}{1molMg(OH)_2}=agMg(OH)_2\Rightarrow a=(29x)g$$

هنگامی‌که x مول از اسید با $Mg(OH)_2$ واکنش‌دهنده $(1-x)$ مول از آن با $Al(OH)_3$ واکنش داده است، بنابراین مقدار جرم $(b)Al(OH)_3$ را محاسبه می‌کنیم:

$$(1-x)molCH_3COOH\times\frac{1molAl(OH)_3}{3molCH_3COOH}\times\frac{78gAl(OH)_3}{1molAl(OH)_3}=bgAl(OH)_3\Rightarrow b=(26-26x)g$$

در نهایت مقدار $a+b$ را حساب می‌کنیم:

$$a+b=29x+26-26x=26+3x\begin{cases}x=0\rightarrow a+b=26g\\ x=1\rightarrow a+b=29g\end{cases}$$

مقدار بیشترین و کمترین برای $a+b$ را به‌دست آورده‌ایم، از آنجایی‌که این مخلوط دارای هر دو ماده $Mg(OH)_2$ و $Al(OH)_3$ است، مجموع جرم این دو ماده باید در بازهٔ $(29$ و $26)$ قرار داشته باشد که عدد ۲۸ در این بازه قرار می‌گیرد، ازاین رو مقدار $a+b$ می‌تواند برابر ۲۸ گرم باشد، (این نوع تیپ از سوالات برای اولین بار در کنکور ریاضی اردیبهشت ۱۴۰۳ مطرح شد.)

(قلمچی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۴۵۳ در حالت استاندارد، pH محلول SHE برابر صفر است. پس pH سه لیتر محلول هیدروکلریک اسید از صفر به ۰/۴ می‌رسد.

$$pH = ۰ \rightarrow \left[H^+\right] = ۱۰^{-pH} = ۱۰^{-۰} = ۱ mol \cdot L^{-۱}$$

$$pH = ۰/۴ \rightarrow \left[H^+\right] = ۱۰^{-۰/۴} = ۱۰^{-۱} \times ۱۰^{۰/۶} = ۰/۴ mol \cdot L^{-۱}$$

پس تعداد مول H^+ کاهش یافته در محلول برابر است با:

$$۳ L \times (۱ - ۰/۴) mol \cdot L^{-۱} = ۱/۸ mol H^+$$

حالا به معادلهٔ موازنه شده واکنش توجه کنید:

$$Zn(s) + ۲H^+(aq) \rightarrow Zn^{۲+}(aq) + H_۲(g)$$

به‌ازای کاهش هر دو مول H^+، یک مول Zn اکسید شده و از تیغهٔ روی کاسته می‌شود:

$$\text{کاهش جرم تیغه روی} = \left(۱/۸ \times \frac{۱}{۲}\right) \times ۶۵ = ۵۸/۵ g$$

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۴۵۴ لکه‌های سفیدی که پس از شستن لباس با صابون بر روی آن ایجاد می‌شود به دلیل واکنش صابون با یون‌های $Mg^{۲+}$ یا $Ca^{۲+}$ است. عنصری با بیشترین خصلت فلزی در دوره سوم، Na بوده که یون آن با صابون رسوب ایجاد نمی‌کند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) صابون در آب حاوی $MgCl_۲$، رسوب ایجاد می‌کند اما در آب مقطر رسوبی ایجاد نمی‌کند.

۲) آب چشمه نسبت به آب دریا، یون‌های کلسیم و منیزیم کمتری داشته و صابون در این آب، کمتر رسوب ایجاد کرده و بیشتر کف می‌کند.

۴) مطابق جدول زیر در شرایط یکسان استفاده از صابون آنزیم‌دار به جای صابون بدون آنزیم، سبب کاهش ۱۵ درصدی مقدار لکه‌های باقی‌مانده می‌شود، اما تغییر $۱۰^\circ C$ دما سبب کاهش ۱۰ درصدی مقدار لکه‌های باقی‌مانده می‌شود.

نوع صابون	نوع پارچه	دما ($^\circ C$)	درصد لکه باقی‌مانده
صابون بدون آنزیم	نخی	۳۰	۲۵
صابون بدون آنزیم	نخی	۴۰	۱۵
صابون آنزیم‌دار	نخی	۳۰	۱۰
صابون آنزیم‌دار	نخی	۴۰	۰
صابون آنزیم‌دار	پلی‌استر	۴۰	۱۵

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۴۵۵ با وارد کردن آب به محلول سدیم هیدروکسید، محلول رقیق شده و می‌توان نوشت:

$$\underbrace{M_1V_1}_{\text{رقیق}} = \underbrace{M_2V_2}_{\text{غلیظ}} \Rightarrow ۱\times۲۰ = M_2\times۱۰۰۰ \Rightarrow M_2 = ۲\times۱۰^{-۲}\ mol.L^{-۱}$$

$$\left[OH^-\right] = M.\alpha.n \xrightarrow{\alpha=۱,n=۱} \left[OH^-\right] = ۲\times۱۰^{-۲} \Rightarrow \left[H^+\right] = \frac{۱۰^{-۱۴}}{۲\times۱۰^{-۲}} = ۵\times۱۰^{-۱۳}\ mol.L^{-۱}$$

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) با ورود آب به محلول، محلول رقیق شده و داریم:

$$\underbrace{M_1V_1}_{\text{رقیق}} = \underbrace{M_2V_2}_{\text{غلیظ}} \Rightarrow ۱\times۲۰ = M_2\times۱۰۰۰ \Rightarrow M_2 = ۲\times۱۰^{-۲}\ mol.L^{-۱}$$

$$\left[H^+\right] = M.\alpha.n \xrightarrow{\alpha=۱,n=۱} \left[H^+\right] = ۰/۰۲\ mol.L^{-۱}$$

۲) همون داستانه دیگه!

$$\underbrace{M_1V_1}_{\text{رقیق}} = \underbrace{M_2V_2}_{\text{غلیظ}} \Rightarrow ۱\times۰/۵ = M_2\times۵۰۰ \Rightarrow M_2 = ۱۰^{-۳}\ mol.L^{-۱}$$

$$\left[OH^-\right] = M.\alpha.n \xrightarrow{\alpha=۱,n=۱} \left[OH^-\right] = ۱۰^{-۳} \Rightarrow \left[H^+\right] = \frac{۱۰^{-۱۴}}{۱۰^{-۳}} = ۱۰^{-۱۱}\ mol.L^{-۱}$$

۳) مقدار pH برابر است با:

$$pH = -\log\left[H^+\right] = -\log ۵\times۱۰^{-۱۳} \Rightarrow \left[H^+\right] = ۵\times۱۰^{-۱۳}$$

مشکل این گزینه این است که مقدار pH این محلول برابر ۱۲/۳ خواهد بود و محلول اسیدی نمی‌تواند در دمای اتاق، pH بزرگ‌تر از ۷ داشته باشد.

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۴۵۶ هر چه مجموع غلظت کاتیون‌ها و آنیون‌های ایجاد شده در یک محلول بیشتر باشد آن محلول رسانایی الکتریکی بیشتری دارد.

در گزینه اول HNO_3 و NaOH در غلظت برابر، میزان برابری یون ایجاد می‌کند و رسانایی الکتریکی آنها به تقریب برابر است.

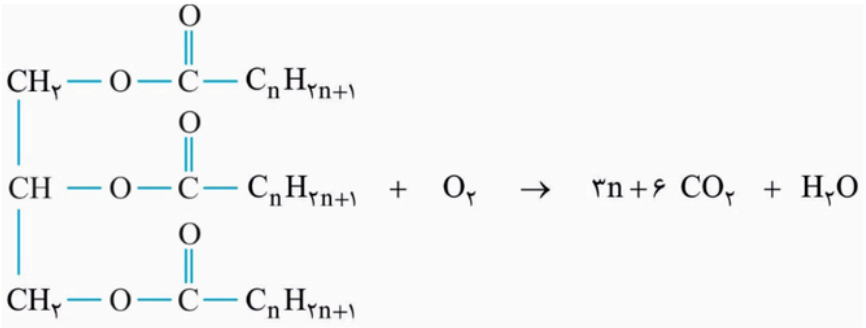
در گزینه دوم LiF به عنوان یک ترکیب یونی محلول در آب، یون ایجاد کرده و رسانایی الکتریکی برابر صفر ندارد.

در گزینه چهارم KOH یک باز و الکترولیت قوی و HF یک اسید و الکترولیت ضعیف است، پس رسانایی الکتریکی KOH بیشتر از HF است.

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud

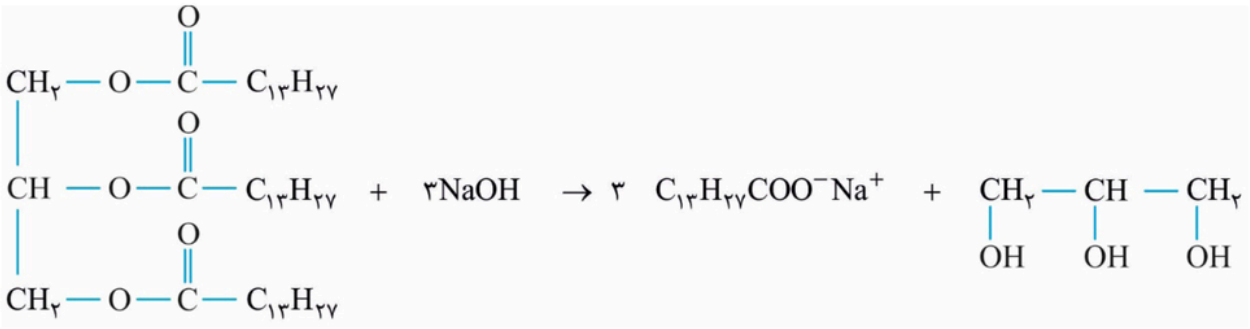
۴۵۷ واکنش سوختن کامل ترکیب موردنظر به‌صورت زیر می‌باشد: (گروه R را C_nH_{2n+1} در نظر می‌گیریم.)



به منظور سهولت کار فقط استر سه عاملی و CO_2 موازنه شده‌اند. بر این اساس می‌توان نوشت:

$$۹۹g\,CO_2 \times \frac{1mol\ CO_2}{44g\ CO_2} \times \frac{1mol\ \text{استر}}{(3n+6)mol\ CO_2} \times \frac{(176+42n)g\ \text{استر}}{1mol\ \text{استر}} = 36/1 \Rightarrow n = 13$$

واکنش این استر سه عاملی با $NaOH$ به‌صورت زیر است:



جرم مولی صابون تولید شده برابر ۲۵۰ گرم بر مول بوده و جرم استر سه عاملی مصرف شده به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{صابون}\ 75g \times \frac{1mol\ \text{صابون}}{250g\ \text{صابون}} \times \frac{1mol\ \text{استر}}{3mol\ \text{صابون}} \times \frac{722g\ \text{استر}}{1mol\ \text{استر}} = 72/2g\ \text{استر}$$

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۴۵۸ موارد (الف)، (ت) نادرست‌اند.

بررسی همه عبارت‌ها:

الف) وازلین با فرمول $C_{۲۵}H_{۵۲}$ یک هیدروکربن سیرشده بوده و ترکیبی ناقطبی و محلول در هگزان است، اما اوره می‌تواند با مولکول‌های آب پیوند هیدروژنی ایجاد کند و محلول در آب است.

ب) اتیلن گلیکول دارای گروه $(-OH)$ بوده و با آب پیوند هیدروژنی برقرار می‌کند. اوره نیز با دارا بودن گروه‌های $(-NH)$ می‌تواند با مولکول‌های آب پیوند هیدروژنی ایجاد کند.

پ) فرمول روغن زیتون به‌صورت $C_{۵۷}H_{۱۰۴}O_۶$ است. فرمول اوره نیز به‌صورت $CO(NH_۲)_۲$ می‌باشد:

$$\frac{\text{H روغن زیتون}}{\text{اتم‌های اوره}} = \frac{۱۰۴}{۸} = ۱۳$$

روغن زیتون و بنزین هر دو ناقطبی و محلول در هگزان‌اند.

ت) نمک خوراکی $(NaCl)$ محلول در آب است و با آب مخلوطی همگن ایجاد می‌کند، اما همهٔ ترکیبات یونی محلول در آب نبوده و بعضی از آن‌ها مانند نقره کلرید در آب نامحلول هستند.

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۴۵۹ غلظت مولی H^+ در دو محلول برابر است با:

$$[H^+]_{HX} = ۱۰^{-۳/۷} = ۱۰^{-۴} \times ۱۰^{۰/۳} = ۲ \times ۱۰^{-۴}$$

$$[H^+]_{HY} = ۱۰^{-۲/۳} = ۱۰^{-۳} \times ۱۰^{۰/۷} = ۵ \times ۱۰^{-۳}$$

اکنون با توجه رابطه $[H^+] = M.\alpha.n$ می‌توان نوشت:

$$\frac{[H^+]_{HX}}{[H^+]_{HY}} = \frac{M_{HX}\alpha_{HX}n_{HX}}{M_{HY}\alpha_{HY}n_{HY}} \Rightarrow \frac{[H^+]_{HX}}{[H^+]_{HY}} = \frac{\frac{mol_{HX}}{V_{HX}} \times \alpha_{HX}}{\frac{mol_{HY}}{V_{HY}} \times \alpha_{HY}}$$

$$\Rightarrow \frac{[H^+]_{HX}}{[H^+]_{HY}} = \frac{\frac{\text{HX جرم}}{\text{HX جرم مولی}} \times \alpha_{HX}}{\frac{\text{HY جرم}}{\text{HY جرم مولی}} \times \alpha_{HY}} \Rightarrow \frac{[H^+]_{HX}}{[H^+]_{HY}} = \frac{m_{HX}}{m_{HY}} \times \frac{\text{HY جرم مولی}}{\text{HX جرم مولی}} \times \frac{\alpha_{HX}}{\alpha_{HY}}$$

اکنون می‌توان نوشت:

$$\frac{۲ \times ۱۰^{-۴}}{۵ \times ۱۰^{-۳}} = \frac{۸}{۱۰} \times \frac{\text{HY جرم مولی}}{\text{HX جرم مولی}} \times \frac{۴ \times ۱۰^{-۲}}{۵ \times ۱۰^{-۲}} \Rightarrow \frac{\text{HY جرم مولی}}{\text{HX جرم مولی}} = \frac{۱}{۱۶} = ۶/۲۵ \times ۱۰^{-۲}$$

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۴۶۰ موارد دوم، سوم و چهارم نادرست‌اند.

بررسی همه عبارت‌ها:

- چون دما و غلظت دو محلول اسیدی یکسان است پس هرچه اسید قوی‌تر باشد تعداد حباب‌های گازی بیشتری با ورود قطعهٔ فلز به محلول دیده می‌شود. به عبارتی دیگر، سرعت تولید حباب‌های گازی بیشتر است.

- $\left[H^+\right]\times\left[OH^-\right]$ فقط در دمای اتاق برابر 10^{-14} است. اگر دما تغییر کند، حاصل‌ضرب غلظت این دو یون نیز تغییر می‌کند.

- برای اسیدهای ضعیف تک پروتون‌دار K_a به‌صورت مقابل است:

$$K_a=\frac{\left[H^+\right]^2}{M-\left[H^+\right]}$$

همان‌طور که مشخّص است، مقدار K_a علاوه بر $\left[H^+\right]$، به غلظت تعادلی اسید نیز وابسته است و جمله داده شده نمی‌تواند همواره درست باشد.

- یکی از مواد مؤثر در ضد اسیدها، $Mg(OH)_2$ یا منیزیم هیدروکسید است. این ماده جزء مواد نامحلول در آب دسته‌بندی می‌شود و انحلال‌پذیری آن کمتر از ۰/۰۱ گرم در ۱۰۰ گرم آب است.

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۴۶۱ واکنش کلی صابون در آب سخت به‌صورت زیر است:

$$2RCOO^-Na^+(aq)+MgCl_2(aq)\rightarrow(RCOO)_2Mg(s)+2NaCl(aq)$$

با توجّه به این که در ساختار این صابون دو اتم کربن وجود دارند که تنها به یک اتم هیدروژن متصل‌اند، در این صابون یک پیوند دوگانه $C=C$ وجود دارد و از آن‌جایی که پس از مدتی دیگر یون‌های Mg^{2+} در آب وجود ندارند، کل $MgCl_2$ مصرف شده است. لذا می‌توان نوشت:

$$500mL\times\frac{1L}{1000mL}\times\frac{0/1molMgCl_2}{1L}\times\frac{1mol(RCOO)_2Mg}{1molMgCl_2}\times\frac{xg(RCOO)_2Mg}{1mol(RCOO)_2Mg}=25/1\Rightarrow x=502g.mol^{-1}$$

جرم مولی رسوب $(RCOO)_2Mg$ برابر با ۵۰۲ گرم بر مول است.

از آن‌جایی که در هر زنجیره هیدروکربنی رسوب یک پیوند $C=C$ وجود دارد، فرمول R به‌صورت C_nH_{2n-1} می‌باشد و داریم:

$$\text{جرم مولی }(C_nH_{2n-1}COO)_2Mg=502\Rightarrow2\times(14n+43)+24=502\Rightarrow n=14$$

در نتیجه فرمول صابون به‌صورت زیر خواهد بود:

$$C_{14}H_{27}COO^-Na^+ \text{ یا } C_{15}H_{27}O_2^-Na^+$$

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۴۶۲ واکنش SO_3 با آب به‌صورت زیر است:

$$SO_3(g) + H_2O(l) \rightarrow H_2SO_4(aq) \rightarrow 2H^+(aq) + SO_4^{2-}(aq)$$

ابتدا $[H^+]$ را به‌دست می‌آوریم:

$$\frac{[H^+]}{[OH^-]} = 4\times10^{10} \Rightarrow K_W = 10^{-14} = [H^+]\times[OH^-] \Rightarrow 10^{-14} = [H^+]\times\frac{[H^+]}{4\times10^{10}}$$

$$\Rightarrow [H^+]^2 = 4\times10^{-4} \Rightarrow [H^+] = 0/02\,mol\cdot L^{-1}$$

مقدار مول H^+ برابر است با:

$$M_{H^+} = \frac{mol}{V(L)} \Rightarrow 0/02 = \frac{x}{5} \Rightarrow x = 0/1\,mol$$

اکنون می‌توان حجم گاز SO_3 را به‌دست آورد:

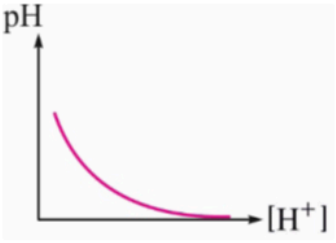
$$0/1\,mol\,H^+ \times \frac{1\,mol\,SO_3}{2\,mol\,H^+} \times \frac{22400\,mL\,SO_3}{1\,mol\,SO_3} = 1120\,mL$$

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

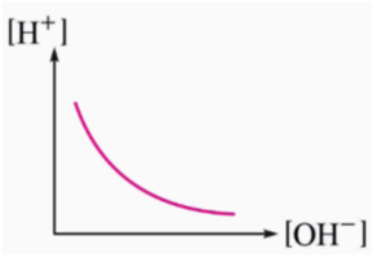
۴۶۳ نمودارهای (الف)، (ب) و (ث) درست رسم شده‌اند.

بررسی نمودارهای نادرست:

نمودار (پ): ممکن است که $[H^+]$ برابر ۱ مولار باشد و $pH = 0$ شود:



نمودار (ت): $[H^+]$ و $[OH^-]$ با هم رابطه عکس دارند:



نمودار (ج): مقدار α برای اسید قوی HBr در دمای مشخص برابر ۱ است و تغییر نمی‌کند.

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۴۶۴ واکنش را موازنه می‌کنیم:

$$\underbrace{2CH_3(C_4H_8)_xCOONa(aq)}_{\text{صابون}} + CaCl_2(aq) \rightarrow \underbrace{(CH_3(C_4H_8)_xCOO)_2Ca(s)}_{\text{رسوب}} + 2NaCl(aq)$$

روش اوّل: استفاده از ضریب تبدیل:

از جرم نمونه صابون به جرم رسوب می‌رسیم. در این میان، در ضرایب تبدیل، سروکله x پیدا شده و طی یک معادله (با یک مجهول)، x را به‌دست می‌آوریم:

$$4/28\,g\ \text{صابون ناخالص} \times \frac{25\,g\ \text{صابون}}{100\,g\ \text{صابون ناخالص}} \times \frac{1\,mol\ \text{صابون}}{(82+56x)\,g\ \text{صابون}} \times \frac{1\,mol\ \text{رسوب}}{2\,mol\ \text{صابون}} \times \frac{(158+112x)\,g\ \text{رسوب}}{1\,mol\ \text{رسوب}}$$

$$\times \frac{33/3}{100} = 0/355\,g\ \text{رسوب}$$

بنابراین $x = 10$ خواهد بود.

روش دوم: استفاده از تناسب:

$$\text{بازده واکنش} \times \underbrace{\frac{\text{درصد خلوص} \times \text{گرم ناخالص}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}}_{\text{صابون}} = \underbrace{\frac{\text{گرم خالص}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}}_{\text{رسوب}}$$

$$\xrightarrow{\text{جایگذاری}} \frac{4/28 \times \frac{25}{100}}{2 \times (82+56x)} \times \frac{33/3}{100} = \frac{0/355}{1 \times (158+112x)} \rightarrow \boxed{x = 10}$$

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۴۶۵ گزینه ۱، نشان دهنده اسید قوی است، در حالیکه سایر گزینه‌ها نشان دهنده یک اسید ضعیف است. اسیدهای ضعیف، به مقدار کمی یونش پیدا می‌کنند و یون بسیار کمتری تولید می‌کنند، بنابراین در شرایط یکسان رسانایی الکتریکی کمتری داشته و نور لامپ کم رنگ‌تر خواهد بود.

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

۴۶۶ گاز فلوئور حتی در دمای $-200\,^\circ C$ نیز می‌تواند با گاز هیدروژن واکنش داده و به HF تبدیل شود. اما گاز کلر با گاز هیدروژن در دمای اتاق به آرامی واکنش می‌دهد، در نتیجه در شرایط استاندارد که دما برابر $0\,^\circ C$ است، فقط گاز فلوئور می‌تواند با گاز هیدروژن وارد واکنش زیر شود:

$$F_2(g) + H_2(g) \rightarrow 2HF(g)$$

اکنون می‌توان مقدار مول HF را به‌دست آورد:

$$?\,mol\,HF = 2/8\,LH_2 \times \frac{1\,mol\,H_2}{22/4\,LH_2} \times \frac{2\,mol\,HF}{1\,mol\,H_2} = 0/25\,mol$$

با توجه به این که حجم محلول برابر با ۲ لیتر است، پس غلظت مولی اسید HF برابر ۰/۱۲۵ مولار بوده و کمتر از غلظت مولی محلول پتاس (KOH) است. اکنون می‌توان غلظت یون هیدرونیوم در محلول نهایی را به‌دست آورد:

$$\left[H^+\right]_{\text{نهایی}} = \frac{\left|\overbrace{M_aV_a}^{\text{مول اسید}}\,n_a - \overbrace{M_bV_b}^{\text{مول باز}}\,n_b\right|}{V_{\text{کل}}} \Rightarrow \left[H^+\right]_{\text{نهایی}} = \frac{\left|0/25 - (0/375 \times 2)\right|}{2} = 0/25\,mol \cdot L^{-1} \Rightarrow POH = 0/6$$

مقدار pH به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$pH = 14 - 0/6 = 13/4$$

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۴۶۷ معادله یونش HX به‌صورت مقابل است:

$$HX \rightleftarrows H^+ + X^-$$

از آن‌جا که $[H^+]=[X^-]$ است، با توجّه به فرض سؤال می‌توان نوشت:

$$۰/۱۲-[H^+]-[H^+]=۰/۰۸ \Rightarrow ۲[H^+]=۰/۰۴ \Rightarrow [H^+]=۰/۰۲ \Rightarrow \alpha=\frac{۰/۰۲}{۰/۱۲}=\frac{۱}{۶}$$

برای اسید HA نیز می‌توان نوشت:

$$HA \Rightarrow [H^+]=۱۰^{-۴} \Rightarrow \alpha=\frac{۱۰^{-۴}}{۳\times۱۰^{-۲}}=\frac{۱}{۳۰۰}$$

اکنون می‌توان به خواسته سؤال رسید:

$$\frac{\alpha_{HX}}{\alpha_{HA}}=\frac{\frac{۱}{۶}}{\frac{۱}{۳۰۰}}=۵۰$$

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۴۶۸ ابتدا غلظت مولی اسید HA را محاسبه می‌کنیم:

$$۳/۲g\,HA\times\frac{۱mol\,HA}{۲۰g\,HA}=۰/۱۶mol \xrightarrow{\div ۲L} \text{مولار } ۰/۰۸$$

غلظت یون هیدرونیوم در اسید برابر است با:

$$[H^+]=۱۰^{-pH}=۱۰^{-۴/۳}=۱۰^{-۵}\times۱۰^{۰/۷}=۵\times۱۰^{-۵}$$

مقدار ثابت یونش اسید را می‌توان به‌صورت زیر محاسبه کرد:

$$K_a=\frac{[H^+]^۲}{M-[H^+]} \Rightarrow K_a=\frac{۲۵\times۱۰^{-۱۰}}{۸\times۱۰^{-۲}}\simeq ۳\times۱۰^{-۸}$$

طی واکنش خنثی شدن می‌توان نوشت:

$$M_a V_a n_a = M_b V_b n_b \Rightarrow mol_{باز}=۰/۰۸\times۲=۰/۱۶mol$$

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۴۶۹ فقط مورد اوّل درست است.

بررسی همه موارد:

- واکنش $NH_۳(g)+HCl(g)\rightarrow NH_۴Cl(s)$ در حالت محلول آبی قرار ندارد، بنابراین قابل توجیه با نظریه آرنیوس نیست.
- $NH_۳$ یک باز آرنیوس به حساب می‌آید در حالیکه OH^- ندارد.
- شواهد بسیاری در تاریخ علم وجود دارد که نشان می‌دهد پیش از آن که ساختار اسیدها و بازها شناخته شود، شیمی دان‌ها افزون بر ویژگی‌های اسیدها و بازها با برخی واکنش‌های آن‌ها نیز آشنا بودند.
- انحلال الکل‌ها در آب به‌صورت مولکولی بوده و اساساً یون (از جمله OH^-) ایجاد نمی‌کند. بنابراین الکل‌ها اسید یا باز آرنیوس نیستند.

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

SanjeshCloud

۴۷۰ واکنش آهن با HCl به‌صورت مقابل است:

$$Fe + ۲HCl \rightarrow FeCl_۲ + H_۲$$

ابتدا مقدار مول مصرف شده HCl را محاسبه کنیم:

$$?\,mol\,HCl = ۸/۴\,g\,Fe_{\text{ناخالص}} \times \frac{۲۰\,g\,Fe_{\text{خالص}}}{۱۰۰\,g\,Fe_{\text{ناخالص}}} \times \frac{۱\,mol\,Fe}{۵۶\,g\,Fe} \times \frac{۲\,mol\,HCl}{۱\,mol\,Fe} = ۰/۰۶\,mol$$

غلظت HCl نیز برابر است با:

$$[H^+] = M \Rightarrow [H^+] = ۱۰^{-pH} = ۱۰^{-۲}\,mol \cdot L^{-۱}$$

اکنون داریم:

$$M_{HCl} = \frac{mol}{V} \Rightarrow V = \frac{۶ \times ۱۰^{-۲}}{۱۰^{-۲}} = ۶\,L$$

روش دوم: استفاده از کسرهای تناسب:

$$\underbrace{\frac{\text{جرم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}}_{Fe} \times \frac{P}{۱۰۰} = \underbrace{\frac{M \times L}{\text{ضریب}}}_{HCl} \Rightarrow \frac{۸/۴}{۱ \times ۵۶} \times \frac{۲۰}{۱۰۰} = \frac{۰/۰۱ \times L}{۲} \Rightarrow L = ۶$$

مقدار مول مصرف شده HCl برابر ۰/۰۶ مول است، لذا مقدار مول تولید شده $H_۲$ برابر با ۰/۰۳ مول است. واکنش تبدیل اتین به اتان نیز به‌صورت مقابل است:

$$C_۲H_۲ + ۲H_۲ \rightarrow C_۲H_۶$$

اکنون داریم:

$$۰/۰۳\,mol\,H_۲ \times \frac{۱\,mol\,C_۲H_۲}{۲\,mol\,H_۲} \times \frac{۲۶\,g\,C_۲H_۲}{۱\,mol\,C_۲H_۲} = ۰/۳۹\,g$$

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۴۷۱ کلوئیدها، مخلوط‌هایی ناهمگن و پایدار هستند، در حالیکه محلول‌ها، مخلوطی همگن و پایدارند و خواص فیزیکی و ترکیب شیمیایی در سرتاسر آن‌ها یکسان است. در رابطه با این موضوع به جدول زیر دقت کنیم:

نوع مخلوط / ویژگی	سوسپانسیون‌ها	کلوئیدها	محلول‌ها
رفتار در برابر نور	نور را پخش می‌کنند	نور را پخش می‌کنند	نور را عبور می‌دهند
همگن بودن	ناهمگن	ناهمگن	همگن
پایداری	ناپایدار است و ته‌نشین می‌شود	پایدار است و ته‌نشین نمی‌شود	پایدار است و ته‌نشین نمی‌شود
ذره‌های سازنده	ذره‌های ریز ماده	توده‌های مولکولی با اندازهٔ متفاوت	یون‌ها و مولکول‌ها

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۴۷۲ ابتدا غلظت مولی دو محلول را محاسبه می‌کنیم:

$$\begin{cases} ۲۴\,g\,HX \times \frac{۱\,mol\,HX}{۱۵۰\,g\,HX} = ۰/۱۶\,mol \xrightarrow{۱L} M = ۰/۱۶\,mol\cdot L^{-۱} \\ ۳۲\,g\,HY \times \frac{۱\,mol\,HY}{۵۰\,g\,HY} = ۰/۶۴\,mol \xrightarrow{۲L} M = ۰/۳۲\,mol\cdot L^{-۱} \end{cases}$$

بنابراین فقط عبارت اول درست است.

بررسی همه موارد:

$$pH_{HX} = pH_{HY} \Rightarrow [H^+]_{HX} = [H^+]_{HY} \xrightarrow{[H^+]=M\alpha n} \alpha = \frac{[H^+]}{M} \Rightarrow$$

$$\frac{\alpha_{HX}}{\alpha_{HY}} = \frac{\cancel{[H^+]_{HX}}}{\cancel{[H^+]_{HY}}} \times \frac{M_{HY}}{M_{HX}} \Rightarrow \frac{\alpha_{HX}}{\alpha_{HY}} = \frac{۰/۳۲}{۰/۱۶} = ۲$$

$$K_a = \frac{[H^+]^۲}{M - [H^+]}$$

- مقدار ثابت یونش را می‌توان به‌صورت مقابل محاسبه کرد:

با توجه به این که M در اسید HY بیشتر است، K_a اسید HY کمتر است.

- اختلاف غلظت مولی دو اسید برابر با ۰/۱۶ مولار است که با غلظت مولی اسید HX برابر است.

- رسانایی الکتریکی یک محلول به مجموع غلظت یون‌ها وابسته است. با توجه به pH برابر، $[H^+]$ در دو محلول برابر بوده و $[X^-]$ برابر با $[Y^-]$ است. رسانایی الکتریکی دو محلول، تقریباً برابر است.

(پورسینا ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۴۷۳ شوینده‌های غیرصابونی با سختی آب یعنی یون‌های $Mg^{۲+}$ و $Ca^{۲+}$ واکنش نمی‌دهند و لذا آب را نرم نمی‌کنند.

(دیاز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۴۷۴ تعداد پیوند $C-C$ در اسیدها با فرمول $C_{۱۸}H_{۲n}O_۲$ برابر $n-۱$ است.

$C_{۱۷}H_{۳۵}-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH$ یا $C_{۱۸}H_{۳۶}O_۲$

(دیاز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۴۷۵

$$d = ۱\frac{g}{mL} \Rightarrow ۴۸\,ppm = ۴۸\frac{mg}{L}$$

$$mol\,Mg^{۲+} = ۵L \times \frac{۴۸\,mg}{۱L} \times \frac{۱g}{۱۰^۳\,mg} \times \frac{۱\,mol\,Mg^{۲+}}{۲۴\,g\,Mg^{۲+}} = ۰/۰۱\,mol$$

فرمول صابون $C_{۱۸}H_{۳۷}\overset{-}{C}OO\overset{+}{N}a = ۳۲۰\frac{g}{mol}$

$$mol_{\text{صابون}} = ۶/۴ \times \frac{۱mol}{۳۲۰} = ۰/۰۲\,mol$$

	$۲\,mol_{\text{صابون}}$	$+$	$۱\,mol\,Mg^{۲+}$	$\rightarrow ۱\,mol_{\text{رسوب}}$	$+۲\,mol\,Na^+$
$t=۰$	$۰/۰۲\,mol$		$۰/۰۱\,mol$	۰	۰
$t=$ بعد از واکنش	۰		۰	۰	$۰/۰۲$

همه صابون صرف تشکیل رسوب یا همان نرم کردن آب می‌شود.

(دیاز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

SanjeshCloud

۴۷۶ تعداد جفت الکترون پیوندی در آلکان‌ها برابر $3n+1$ است.

$$C_{25}H_{52} \rightarrow (25\times3)+1=76$$

(دیاز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۴۷۷ شیر، ژله، رنگ، شربت معده و نقره کلرید در آب سوسپانسیون یا کلویید هستند و نور را پخش می‌کنند.

(دیاز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۴۷۸ توجیه رفتار اسید و باز به یک مبنای علمی نیاز داشت که آرنیوس برای نخستین بار آن را مطرح کرد.

(دیاز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۴۷۹ نکته: در محلولی که غلظت اولیهٔ اسید حل شده در آن برابر M باشد، غلظت یون هیدرونیوم، مجموع غلظت یون‌ها و غلظت اسید یونیده نشده (پس از یونش (تعادلی)) برابر است با:

$$[H_3O^+]=M\alpha\ ,\ [\text{یون‌ها}]=2M\alpha\ ,\ [HA]_{\text{تعادلی}}=M-M\alpha$$

$$\Rightarrow 2M\alpha=\frac{1}{2}(M-M\alpha)\rightarrow 4\alpha=1-\alpha\rightarrow\alpha=\frac{1}{5}=0/2$$

بنابراین درصد یونش HA برابر $0/2\times100=20\%$ است. برای محاسبهٔ M_{HA} به روش زیر عمل می‌کنیم:

$$Zn(s)+2HA(aq)\rightarrow ZnA_2(aq)+H_2(g)$$

$$\frac{0/65g\,Zn}{65\times1}=\frac{M_{HA}\times0/05L}{2}\Rightarrow M_{HA}=0/4\,mol.L^{-1}$$

بنابراین ثابت یونش (K_a) این اسید برابر است با:

$$K_a=\frac{M\alpha^2}{1-\alpha}\Rightarrow K_a=\frac{0/4\times0/2^2}{1-0/2}=\frac{0/4-0/04}{0/8}=0/02$$

(دیاز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۴۸۰

$$HF(aq)\rightleftharpoons H^+(aq)+F^-(aq)$$

$$\left.\begin{array}{l}[H^+]=[F^-]\\ \text{دمای اتاق}:[H^+]\times[OH^-]=10^{-14}\end{array}\right\}\Rightarrow\frac{[F^-]}{[OH^-]}=\frac{[H^+]}{[OH^-]}=\frac{[H^+]}{\frac{10^{-14}}{[H^+]}}=\frac{[H^+]^2}{10^{-14}}=25\times10^{-8}$$

$$\rightarrow[H^+]=\sqrt{25\times10^{-6}}=5\times10^{-3}\,mol.L^{-1}$$

$$K_a=\frac{[H^+]\times[F^-]}{[HF]}=\frac{[H^+]^2}{M-[H^+]}\rightarrow1/25\times10^{-3}=\frac{(5\times10^{-3})^2}{M-(5\times10^{-3})}$$

$$\rightarrow M-5\times10^{-3}=20\times10^{-3}\Rightarrow M=25\times10^{-3}\,mol.L^{-1}$$

$$\text{جرم اولیه HF}=25\times10^{-3}\,\frac{mol}{L}\times0/8L\times\frac{20g\,HF}{1mol\,HF}=0/4g$$

$$\rightarrow ppm=\frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}}\times10^6=\frac{0/4g\,HF}{800g\,\text{محلول}}\times10^6=500ppm$$

$$\alpha=\frac{[H^+]}{M}=\frac{5\times10^{-3}}{25\times10^{-3}}=\frac{1}{5}=0/2$$

(دیاز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۴۸۱ محلول جوهر نمک حاوی هیدروکلریک اسید (HCl) است.

گام اول: محاسبه $molH^+$ در محلول HCl:

$$mol\,H^+ = [H^+]\times V = 10^{-pH}\times V = \underbrace{10^{-1/3}}_{10^{-2+0/7}}\times 0/1 = 10^{-2}\times \underbrace{10^{0/7}}_{\log 5=0/7}\times 10^{-1} = 5\times 10^{-3}$$

گام دوم: محاسبه $mol\,OH^-$ در محلول باریم هیدروکسید ($Ba(OH)_2$):

$$mol\,OH^- = [OH^-]\times V = M\times \underbrace{n}_{\text{۲ظرفیتی}}\times \underbrace{\alpha}_{\text{۱=بازقوی}}\times V = 0/025\times 2\times 1\times 0/6 = 30\times 10^{-3}$$

گام سوم: محاسبهٔ غلظت یون هیدروکسید باقی مانده پس از انجام واکنش خنثی شدن:

$$H^+(aq) + OH^-(aq) \rightarrow H_2O(l)$$

$$mol\,OH^-_{\text{باقی‌مانده}} = 30\times 10^{-3} - 5\times 10^{-3} = 25\times 10^{-3}$$

$$V_{\text{نهایی}} = V_{\text{اسید}} + V_{\text{باز}} - V_{\text{تبخیر}} = 100 + 600 - 200 = 500\,mL$$

$$\rightarrow [OH^-]_{\text{نهایی}} = \frac{25\times 10^{-3}\,mol}{0/5\,L} = 5\times 10^{-2}\,M$$

گام آخر: محاسبهٔ pH:

$$POH = -\log[OH^-] = 2 - \log 5 = 1/3 \rightarrow pH = 14 - POH = 14 - 1/3 = 12/7$$

(دیاز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۴۸۲ اگر درصد یونش محلول اسید HA را برابر ۱۰۰(۱=α) و در واقع این اسید را یک اسید قوی (الکترولیت قوی) در نظر بگیریم، pH آن برابر است با:

$$[H^+] = M.\alpha = 0/1\times 1 = 0/1\,mol.L^{-1} \rightarrow pH = -\log[H^+] = -\log 0/1 = 1 \rightarrow$$ حذف گزینه‌های (۱) و (۲)

حالا اگر درصد یونش محلول اسید HA را برابر صفر (۰=α) و در واقع این اسید را یک ماده غیرالکترولیت و انحلال آن را به صورت کاملاً مولکولی و در نتیجه بدون یونش و تولید یون در نظر بگیریم، می‌توان گفت که با انحلال آن در آب، pH آب تغییری نخواهد داشت و در دمای $25^\circ C$، pH محلول حاصل مساوی با pH آب خالص و برابر ۷ (حالت خنثی) خواهد بود. (حذف گزینه ۴)

لذا تنها نمودار موجود در گزینه ۳ به درستی رسم شده است.

(دیاز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۴۸۳ معادله موازنه شده واکنش فلز روی (Zn) با محلول هیدروکلریک اسید (HCl) به صورت زیر است: $Zn(s) + 2HCl(aq) \rightarrow ZnCl_2(aq) + H_2(g)$

pH محلول اولیه HCl را محاسبه می‌کنیم:

$$[H^+] = [HCl] = 0/5\,mol.L^{-1} \rightarrow pH = -\log 0/5 = 1 - \log 5 = 1 - 0/7 = 0/3$$

در نتیجه pH در حالت ثانویه برابر با $3\times 0/3 = 0/9$ خواهد بود که غلظت یون H^+ در آن برابر است با:

$$[H^+] = 10^{-pH} = 10^{-0/9} = (10^{0/3})^{-3} = 2^{-3} = \frac{1}{8} = 0/125\,mol.L^{-1}$$

تغییرات غلظت مولی یون H^+ و در نتیجه تغییرات غلظت مولی HCl برابر است با:

$$\Delta[H^+] = \Delta[HCl] = 0/5 - 0/125 = 0/375\,mol.L^{-1}$$

درنهایت باتوجه به حجم محلول و معادله واکنش انجام شده، حجم گاز H_2 تولیدی را در شرایطی که حجم مولی گازها برابر با ۲۴ لیتر است، به دست می‌آوریم:

$$?mL\,H_2 = 0/2\,L\,HCl\times \frac{0/375\,mol\,HCl\ \text{مصرفی}}{1\,L\,HCl}\times \frac{1\,mol\,H_2}{2\,mol\,HCl}\times \frac{24\,L\,H_2}{1\,mol\,H_2}\times \frac{10^3\,mL\,H_2}{1\,L\,H_2} = 900\,mL\,H_2$$

باتوجه به نمودار مشخص است که با گذشت ۹ دقیقه از شروع واکنش، ۹۰۰ میلی‌لیتر گاز H_2 در آن آزاد می‌شود.

(دیاز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۴۸۴ اگر در مورد اسید HX، درجه یونش، ثابت تعادل و غلظت مولار را به ترتیب با α، K_a و M نشان دهیم، خواهیم داشت:

$$[H^+] = M.\alpha \rightarrow M.\alpha = 0/2$$

$$K_a = \frac{M\alpha^2}{1-\alpha} \rightarrow 0/2 = \frac{0/2\times\alpha}{1-\alpha} \rightarrow 1-\alpha = \alpha \rightarrow 2\alpha = 1 \rightarrow \alpha = 0/5$$

بنابراین $\%\alpha$ یا درصد یونش برابر است با: $\%\alpha = \alpha\times 100 = 0/5\times 100 = 50$

حال می‌توانیم به راحتی غلظت مولار (M) محلول اسید را محاسبه کنیم:

$$[H^+] = M.\alpha \rightarrow 0/2 = M\times 0/5 \rightarrow M = 0/4\,mol.L^{-1}$$

(دیاز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۴۸۵

ابتدا غلظت مولی (M) استیک اسید را حساب می‌کنیم:

$$M=\frac{\text{مول } CH_3COOH}{\text{لیتر محلول}}=\frac{(\frac{\text{جرم}}{\text{جرم مولی}})CH_3COOH}{\text{لیتر محلول}}=\frac{(\frac{24}{60})mol}{0/4L}=1mol.L^{-1}$$

در نتیجه، معادله یونش استیک اسید باتوجه به اطلاعات داده شده به صورت زیر است:

واکنش تعادلی انجام شده	$CH_3COOH(aq)\overset{H_2O}{\rightleftharpoons}H_3O^+(aq)+CH_3COO^-(aq)$		
غلظت اولیه	1	0	0
تغییرات غلظت	$-x$	$+x$	$+x$
غلظت تعادلی	$1-x$	x	x

$$\frac{1}{2}(1-x)=x+x\rightarrow 5x=1\rightarrow x=0/2$$

حال به راحتی می‌توانیم K_a استیک اسید را طبق شرایط فرض شده در سوال حساب کنیم.

روش اول:

$$K_a=\frac{[H^+].[CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}=\frac{x^2}{1-x}=\frac{(0/2)^2}{0/8}=\frac{0/04}{0/8}=0/05$$

روش دوم:

$$K_a=\frac{M\alpha^2}{1-\alpha}=\frac{1\times(0/2)^2}{1-0/2}=\frac{0/04}{0/8}=0/05$$

(دیاز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۴۸۶

جرم‌های برابر از دو ماده را می‌توان به طور نمادی m در نظر گرفت و یا مقدار عددی یکسانی مانند یک گرم از هر ماده به آنها نسبت داد.

$$N_2O_5\rightarrow 2H^+ \qquad CaO\rightarrow 2OH^-$$

$$\frac{1g}{108g}=\frac{?mol}{2mol}\Rightarrow ?=\frac{1}{54} \qquad \frac{1g}{56g}=\frac{?mol}{2mol}\Rightarrow ?=\frac{1}{28}$$

$$PH(N_2O_5)=-\log\frac{1}{54}=-\log 54^{-1}=\log 54=\log 3^3\times 2=(3\times 0/5)+0/3=1/8$$

$$POH(CaO)=-\log\frac{1}{28}=-\log 28^{-1}=\log 28=\log 2^2\times 7=(2\times 0/3)+0/85=1/45$$

$$\Rightarrow pH=14-1/45=12/55$$

$$\Delta pH=12/55-1/8=10/75$$

(دیاز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۴۸۷

$$pH=2/8\rightarrow [H^+]=2^4\times 10^{-4}=16\times 10^{-4}$$

$$[H^+]=M\alpha\Rightarrow 16\times 10^{-4}=M\times\frac{25}{1000}\Rightarrow M=64\times 10^{-3}$$

$$molH^+=64\times 10^{-3}\times 0/3L=0/0192\simeq 0/02$$

$$0/02molH^+\times\frac{1molOH^-}{1molH^+}\times\frac{1molBa(OH)_2}{2molOH^-}\times\frac{171gBa(OH)_2}{1molBa(OH)_2}=1/71g$$

$$pH=8/3\rightarrow POH=14-8/3=5/7\rightarrow [OH^-]=2\times 10^{-6}$$

$$K_b=\frac{[OH^-]^2}{M-\underbrace{[OH^-]}_{\text{چشم‌پوشی}}}\rightarrow 4\times 10^{-10}=\frac{(2\times 10^{-6})^2}{M}\Rightarrow M=0/01$$

(دیاز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۴۸۸

$$pH = ۸/۳ \rightarrow POH = ۱۴ - ۸/۳ = ۵/۷ \rightarrow [OH^-] = ۲\times۱۰^{-۶}$$

$$K_b = \frac{[OH^-]^۲}{M - \underbrace{[OH^-]}_{\text{چشم‌پوشی}}} \rightarrow ۴\times۱۰^{-۱۰} = \frac{(۲\times۱۰^{-۶})^۲}{M} \Rightarrow M = ۰/۰۱$$

$$?\,\text{mol ماده} = ۱\,L \times ۰/۰۱\,mol.L^{-۱} = ۰/۰۱\,mol$$

$$\text{جرم مولی} = \frac{۹۳۰\times۱۰^{-۳}\,g}{۱۰^{-۲}\,mol} = ۹۳\,g.mol^{-}$$

جرم مولی ترکیب (۴) برابر $۹۳\,g.mol^{-۱}$ است.

(دیاز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۴۸۹ آلاینده دارای چربی خاصیت اسیدی دارد و به همین دلیل با پاک‌کننده خورندهٔ بازی آن را می‌زدایند.

بررسی برخی گزینه‌های دیگر:

عملکرد پاک‌کننده‌های خورنده براساس واکنش با آلاینده‌ها می‌باشد. صابون با فرمول $RCOO^-NH_۴^+$ در ساختار خود هیچ عنصر فلزی ندارد و به حالت مایع می‌باشد. مواد مایع به شکل ظرف خود درمی‌آیند.

(دیاز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۴۹۰

$$Ba(OH)_۲ + ۲HA \rightarrow BaA_۲ + ۲H_۲O$$

$$pH = ۱۳ \rightarrow [H^+] = ۱۰^{-۱۳} \Rightarrow [OH^-] = ۱۰^{-۱} \rightarrow [Ba(OH)_۲] = \frac{۱۰^{-۱}}{۲}$$

هر مول باریم هیدروکسید ۲ مول OH^- تولید می‌کند.

$$mol\,Ba(OH)_۲ = \frac{۱۰^{-۱}}{۲} \times ۰/۲ = ۱۰^{-۲}\,mol \Rightarrow ۲\times۱۰^{-۲}\,mol\,HA \text{ لازم است}$$

$$[HA] = \frac{۲\times۱۰^{-۲}}{۲} = ۱۰^{-۲}\,\frac{mol}{L} \Rightarrow Ka = \frac{x^۲}{M-x} \rightarrow ۴\times۱۰^{-۶} = \frac{x^۲}{۱۰^{-۲}} \text{ (از x صرف نظر می‌کنیم)}$$

$$\Rightarrow x = [H^+] = \sqrt{۴\times۱۰^{-۸}} = ۲\times۱۰^{-۴} \Rightarrow pH = ۴ - \log ۲ = ۳/۷$$

(دیاز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۴۹۱

نادرستی الف ← pH افزایش می‌یابد

ب ← به شرط این که اسید تک پروتونه باشد

پ ← به شرط این که تک پروتونه باشد

ت ← به رنگ آبی شکوفا می‌شود

(دیاز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۴۹۲ غلظت یون هیدرونیوم در SHE برابر ۱M است.

$$mol\,H^+ = ۵/۴\,g\,N_۲O_۵ \times \frac{۱\,mol\,N_۲O_۵}{۱۰۸\,g\,N_۲O_۵} \times \frac{۲\,mol\,HNO_۳}{۱\,mol\,N_۲O_۵} \times \frac{۱\,mol\,H^+}{۱\,mol\,HNO_۳} = ۰/۱\,mol\,H^+$$

$$[H^+] = \frac{۰/۱\,mol}{۰/۱\,L} = ۱\,\frac{mol}{L}$$

(دیاز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۴۹۳ آمونیاک به عنوان شوینده استفاده می‌شود نه داروی ضد اسید. ضمناً بو و طعم نامطلوبی دارد.

(دیاز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۴۹۴ گزینه (۱): نادرست.

$$\Rightarrow \frac{\text{شمار جفت الکترون‌های پیوندی}}{\text{شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی}} = \frac{۸}{۴} = ۲$$

گزینه (۲): نادرست. فرمول همگانی پاک‌کننده‌های غیرصابونی به صورت $R - C_۶H_۴ - SO_۳Na$ است. بنابراین شمار اتم‌های اکسیژن به شمار اتم‌های گوگرد برابر ۳ است.

گزینه (۳): درست.

$$pH = ۳/۵ \Rightarrow [H^+] = ۳\times۱۰^{-۴} \Rightarrow [OH^-] = \frac{۱}{۳}\times۱۰^{-۱۰}$$

$$\frac{[H^+]}{[OH^-]} = \frac{۳\times۱۰^{-۴}}{\frac{۱}{۳}\times۱۰^{-۱۰}} = ۹\times۱۰^{۶}$$

گزینه (۴): نادرست. ثابت یونش هیدروکلریک‌اسید، بسیار بزرگ است ولی ثابت یونش نیتریک‌اسید، بزرگ است. پس نسبت بسیار بزرگ به بزرگ برابر ۱ نمی‌شود.

(دیاز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۴۹۵

$$C_nH_{۲n+۱}COONH_۴ \Rightarrow (n+۱)+۲+۱ = ۲۰ \Rightarrow n = ۱۶ \Rightarrow C_{۱۶}H_{۳۳}COONH_۴$$

آ) درست. جرم مولی آن برابر $۲۸۷\,g.mol^{-۱}$ است.

ب) نادرست. در بخش آنیونی در تمام صابون‌ها شمار جفت‌الکترون‌های ناپیوندی برابر ۵ است.

پ) نادرست.

$$(C_{۱۶}H_{۳۳})\times۳ = C_{۴۸}H_{۹۹} \Rightarrow$$

$$\text{فرمول استر طبیعی} = (C_{۴۸}H_{۹۹}) + (C_۶H_۵O_۶) = C_{۵۴}H_{۱۰۴}O_۶$$

ت) درست. هر مول یون منیزیم با دو مول صابون واکنش می‌دهد. پس:

$$\frac{۰/۱\,mol\,Mg^{۲+}}{۱\,mol\,Mg} = \frac{?\,g}{۲\times۲۸۷\,g\,\text{صابون}} \Rightarrow ? = ۵۷/۴\,g$$

(دیاز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۴۹۶ مورد اول: درست.

مورد دوم: درست. یکی از فراورده‌های واکنش پودر لوله‌بازکنی با آب، گاز هیدروژن است که از واکنش فلز روی با محلول هیدروکلریک‌اسید یا همان جوهر نمک نیز گاز هیدروژن به‌دست می‌آید.

مورد سوم: درست. جوش‌شیرین به دلیل داشتن خاصیت بازی با چربی‌ها واکنش می‌دهد.

مورد چهارم: درست.

(دیاز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۴۹۷ غلظت مولی یون هیدروکسید در محلول $Ba(OH)_۲$ دو برابر غلظت مولی یون باریم است.

$$\text{غلظت مولی } Ba^{۲+} = \frac{۱۰ad}{M} = \frac{ppm\times d}{۱۰۰۰M} = \frac{۱۶۴۴\times۱/۲۵}{۱۰۰۰\times۱۳۷} = ۱۵\times۱۰^{-۳}$$

$$\Rightarrow [OH^-] = ۲\times۱۵\times۱۰^{-۳} = ۳\times۱۰^{-۲} \Rightarrow pOH = -\log ۳\times۱۰^{-۲} = ۱/۵$$

$$\Rightarrow pH = ۱۴ - ۱/۵ = ۱۲/۵$$

pH محلول ۰/۰۲۵ مولار هیدروکلریک‌اسید برابر است با:

$$pH = -\log ۲۵\times۱۰^{-۳} = -(۰/۷ + ۰/۷ - ۳) = ۱/۶$$

در نتیجه:

$$\frac{۱۲/۵}{۱/۶} = ۷/۸۱۲۵$$

(دیاز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۴۹۸

$$K_b = \frac{[OH^-]^2}{M-[OH^-]} \Rightarrow ۵\times۱۰^{-۵} = \frac{(۱۰^{-۳})^2}{M-\underbrace{۱۰^{-۳}}_{\text{چشم‌پوشی}}} \Rightarrow M = \frac{۱۰^{-۶}}{۵\times۱۰^{-۵}} = ۰/۰۲ mol.l^{-۱}$$

$$\text{mol باز} = ۰/۰۲ mol.L^{-۱} \times ۰/۴۰۰ L = ۸\times۱۰^{-۳} mol$$

$$۸\times۱۰^{-۳} = \frac{۴۷۲\times۱۰^{-۳} g}{\text{جرم مولی}} \Rightarrow \text{جرم مولی} = ۵۹$$

جرم مولی ترکیب در گزینه «۱» برابر $۵۹ g.mol^{-۱}$ است.

(دیاز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

۴۹۹

آ) نادرست. سدیم‌هیدروژن کربنات که نوعی مادهٔ ضداسید به شمار می‌آید در آب حل می‌شود.

ب) نادرست. مجموع شمار اتم‌ها در $NaHCO_۳$ برابر ۶ و جرم مولی $CO_۲(g)$ که از واکنش جوش‌شیرین با جوهرنمک (HCl) به‌دست می‌آید برابر $۴۴ g$ است. پس:

$$\frac{۶}{۴۴} = ۰/۱۳$$

پ) نادرست. گل ادریسی در خاک اسیدی به رنگ آبی و در خاک بازی به رنگ قرمز شکوفا می‌شود.

افزودن مقدار زیادی آهک به خاک سبب می‌شود که خاصیت اسیدی خاک به شدت کاهش یافته و یا بازی شود. پس گل ادریسی در محیط بازی به رنگ قرمز شکوفا می‌شود.

(دیاز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

۵۰۰

$$۴Al + ۳O_۲ \rightarrow ۲Al_۲O_۳ \sim ۱۲e^-$$

$$Sr + F_۲ \rightarrow SrF_۲ \sim ۲e$$

برای اینکه نسبت شمار مول الکترون‌های مبادله‌شده برابر ۲ شود، معادله دوم را در عدد ۳ ضرب می‌کنیم. در این‌صورت نسبت جرم گاز اکسیژن به جرم گاز فلوئور برابر است با:

$$\frac{۳\times۲\times۱۶}{۳\times۲\times۱۹} = \frac{۱۶}{۱۹} \simeq ۰/۸۴$$

(دیاز ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir